

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені В. Н. КАРАЗІНА

**РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЙ КОНДИТЕРСЬКИХ
ВИРОБІВ ДЛЯ ГОТЕЛІВ ТА РЕСТОРАНІВ
З ЛІКУВАЛЬНО-ПРОФІЛАКТИЧНИМ
СПРЯМУВАННЯМ**

Монографія

Харків – 2019

УДК 641.5:640.4:613.2

Р 64

Рецензенти:

Г. Б. Рудавська – доктор с.-г. наук, професор Київського національного торговельно-економічного університету;

Р. В. Плотнікова – кандидат технічних наук, доцент Харківського державного університету харчування та торгівлі.

*Затверджено до друку рішенням Вченої ради
Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна
(протокол № 7 від 24.06.2019 р.)*

Р 64 **Розробка** технологій кондитерських виробів для готелів та ресторанів з лікувально-профілактичним спрямуванням : монографія / В. І. Сідоров, Я. О. Білецька, О. О. Соколовська, А. Е. Радченко, Г. І. Дюкарева. – Харків : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2019. – 196 с.

ISBN 978-966-285-642-2

Розроблено технологію виробництва кондитерських виробів для готелів та ресторанів з лікувально-профілактичним спрямуванням. Доведено можливість формування високих споживних, лікувально-профілактичних властивостей таких кондитерських виробів, як бісквіт, пастила, зефір, завдяки комплексному використанню в їх складі еламіну, стевіозиду та ягідних пюре, які виявляють стабілізуючі та структуроутворюючі властивості, що позитивно впливає на структуру кондитерських виробів, та збагачують розроблену продукцію йодом, вітамінами та зменшують кількість цукру білого.

Рекомендовано для науковців і практичних фахівців галузі, а також аспірантів та студентів, які проводять наукові дослідження з розробки технології кондитерських виробів для готелів та ресторанів з лікувально-профілактичним спрямуванням.

УДК 641.5:640.4:613.2

ISBN 978-966-285-642-2

© Харківський національний університет
імені В. Н. Каразіна, 2019

© Сідоров В. І., Білецька Я. О.,
Соколовська О. О., Радченко А. Е.
Дюкарева Г. І., 2019

© Чорна О. Д., макет обкладинки, 2019

ЗМІСТ

ВСТУП	6
--------------------	---

РОЗДІЛ 1. Наукові та практичні передумови розробки технології кондитерських виробів

з лікувально-профілактичним спрямуванням	7
1.1. Інноваційні підходи у світі до технологій виробництва кулінарних виробів з лікувально-профілактичним спрямуванням	7
1.2. Біологічні функції йоду, сучасний стан забезпечення йодом населення України	11
1.3. Біологічні функції цукру, його технологічний вплив під час виготовлення кондитерських виробів	16

РОЗДІЛ 2. Розробка технології зефіру

з лікувально-профілактичним спрямуванням	21
2.1. Вплив еламіну на поверхневий натяг водних розчинів	21
2.2. Визначення способу введення еламіну та його раціональних концентрацій	24
2.3. Дослідження зміни кольору зефірної маси за допомогою спектрофотометричного аналізу	35
2.4. Вивчення дисперсного складу зефірних мас	38
2.5. Математичне моделювання рецептури зефіру з лікувально-профілактичним спрямуванням	41
2.6. Визначення ступеня збереження йоду в зефірі з еламіном	60
2.7. Дослідження вмісту вітаміну С у розроблених видах зефіру	63
2.8. Вивчення харчової цінності розроблених видів зефіру з лікувально-профілактичним спрямуванням	65
2.9. Клінічні дослідження впливу розроблених видів зефіру з еламіном та ягідними пюре на організм людини	67
2.10. Висновки та рекомендації для готелів та ресторанів стосовно технології виробництва зефіру з лікувально-профілактичним спрямуванням	70

РОЗДІЛ 3. Розробка технології бісквітів

з лікувально-профілактичним спрямуванням	72
3.1. Дослідження впливу добавок на формування пінної структури	72
3.2. Поверхнево-активні властивості яєчної суміші та дисперсний склад збитої яєчної маси в присутності еламіну та стевіозиду	80
3.3. Вплив еламіну та стевіозиду на кількість та якість клейковини борошна	86
3.4. Вплив добавок на клейстеризацію крохмалю та структуру бісквітного тіста	89

3.5. Математичне моделювання рецептури бісквітів з лікувально-профілактичним спрямуванням.....	91
3.6. Визначення ступеня збереження йоду в бісквітах з еламіном.....	93
3.7. Розрахунок глікемічного індексу бісквітів зі стевіозидом	95
3.8. Визначення харчової цінності бісквітів з лікувально-профілактичним спрямуванням.....	96
3.9. Клінічні дослідження впливу розроблених видів бісквітів з еламіном та стевіозидом на організм людини	100
3.10. Висновки та рекомендації для готелів та ресторанів стосовно технології виробництва бісквітів з лікувально-профілактичним спрямуванням.....	101

РОЗДІЛ 4. Розробка технології пастильних виробів

з лікувально-профілактичним спрямуванням.....	103
4.1. Вплив водного екстракту стевії на кінетику набрякання агару.....	103
4.2. Дослідження впливу ВЕС як розчинника на ефективну в'язкість системи гідроколоїду.....	107
4.3. Дослідження процесу структуроутворення агарових драглів у присутності ВЕС	109
4.4. Визначення граничної напруги зсуву та температурних умов формування якості агарових драглів.....	111
4.5. Вплив ВЕС на якість цукрового сиропу.....	115
4.6. Перспективи використання стевії під час виробництва пастильних виробів з лікувально-профілактичними показниками якості	118
4.7. Вплив еламіну на формування якості пастильних виробів	121
4.8. Математичне моделювання рецептури пастильних виробів з лікувально-профілактичними показниками якості	128
4.9. Визначення ступеня збереження йоду та мінерального складу в пастильних виробках з еламіном	130
4.10. Визначення харчової цінності пастильних виробів з лікувально-профілактичним спрямуванням.....	134
4.11. Клінічні дослідження впливу пастильних виробів зі стевією та еламіном на організм людини	140
4.12. Висновки та рекомендації для готелів та ресторанів стосовно технології виробництва пастильних виробів з лікувально-профілактичним спрямуванням.....	143

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	146
--	------------

ДОДАТКИ	159
----------------------	------------

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

БКВ – борошняні кондитерські вироби
ВЕС – водний екстракт стевії
ПУ – піноутворювальна здатність
ПС – піностійкість
НД – нормативний документ
ЯМР – ядерно-магнітний резонанс
ВУЗ – вологоутримуюча здатність
ЦС – цукровий сироп
ПЕ – поліпропіленова високобар'єрна плівка
БОПП – біоксально-орієнтована поліпропіленова плівка
ГІ – глікемічний індекс
МЧВ – масова частка вологи
БГКП – бактерії групи кишкових паличок (коліформи)
кМАФАнМ – кількість мезофільних аеробнофакультативних анаеробних мікроорганізмів
ПАР – поверхнево-активна речовина
ВМС – високомолекулярна сполука
КПЯ – комплексний показник якості
ТТГ – тиреотропний гормон
Т4 вільни. – тироксин вільний
СанПіН – санітарні правила і норми
ЧАЕС – Чорнобильська атомна електростанція
МОЗ – міністерство охорони здоров'я
ЦД – цукровий діабет
ККМ – критична концентрація міцелоутворення
ЕСМ – експериментально-статистичне модулювання
ЙДЗ – йоддефіцитні захворювання

ВСТУП

В умовах погіршення екологічної ситуації та зниження фізичної активності людини структура харчування населення України не відповідає сучасним вимогам нутриціології, що пов'язано з надлишком вживання простих цукрів і високим глікемічним індексом (ГІ) продукції. У зв'язку з цим захворювання на цукровий діабет набуло епідеміологічного характеру, разом з яким нагального вирішення потребує проблема йододефіциту. Виходячи з цього, завданням харчової промисловості, особливо кондитерської галузі, щодо задоволення потреб споживачів, є пошук шляхів заміни частки цукру білого на підсолоджувачі для зниження ГІ кондитерських виробів з одночасною фортифікацією мінеральними речовинами, зокрема йодом для профілактики цукрового діабету та йододефіциту.

З огляду на те що багато українців вже не готують вдома, а вживають готову їжу з магазинів або харчуються в кафе та ресторанах, постала необхідність розробки технологій кулінарних виробів лікувально-профілактичного спрямування, які будуть реалізовуватися в закладах масового харчування: готелях ресторанах, кафе України.

Аналізуючи наукові та прикладні роботи, можна зазначити, що кондитерські вироби мають великі перспективи під час виготовлення яких можливе варіювання багатьох рецептурних компонентів завдяки використанню багатої рецептурної бази, що дозволить отримати вироби гарантованої якості заданого складу з лікувально-профілактичним спрямування, що є своєчасним завданням для харчової промисловості.

РОЗДІЛ 1 ---

Наукові та практичні передумови розробки технології кондитерських виробів з лікувально-профілактичним спрямуванням

1.1. Інноваційні підходи у світі до технологій виробництва кулінарних виробів з лікувально-профілактичним спрямуванням

Сьогодні технологічними підприємствами випускається досить широкий асортимент кондитерських виробів. Вітчизняними та зарубіжними фахівцями продовжується робота над удосконаленням та розробкою нових технологій з лікувально-профілактичним спрямуванням. Роботи зі створення нових рецептур продовжуються і в цей час [1–3].

Засновниками кондитерських виробів з лікувально-профілактичними властивостями були учені з Росії: А. Д. Беззубов, А. І. Хатіна. Ще на початку 60-х років ними було запропоновано введення різних макро- та мікроелементів в органічно зв'язаному вигляді і вітамінізацію кондитерських виробів [4–5].

У країнах Європи під час виробництва харчових продуктів спостерігається тенденція до збільшення бази сировини, що використовується завдяки введенню різних добавок. Основними напрямками в галузі розробки технологій кондитерських виробів з лікувально-профілактичним спрямуванням є:

- включення в раціон харчування продуктів з підвищеним вмістом природних мінеральних речовин;

- використання дієтичних добавок;
- включення до структури харчування комплексів, що містять мінеральні речовини та вітаміни.

Оптимальними вважаються методи харчової профілактики і корекції, оскільки вони є фізіологічними.

Ученими В. В. Ковальским, Л. Ю. Арсеньєвою, Л. О. Шаран запропоновано збагачувати хлібобулочні вироби препаратом «Йодказеїн». З'їдаючи 250 г продукту, доросла людина одержує добову дозу йоду, дитині достатньо 100 г такого хліба. Передозування йодом виключено завдяки органічній формі зв'язку його з білком казеїном, за даними науковців, додавання йодиду не змінює смак хліба і поліпшує його органолептичні властивості. Виявлено, що додавання йодказеїну є універсальним засобом корегування мінерального складу хліба та формування його функціональних властивостей, але більш ефективним впливом на обмін йоду в організмі характеризуються булочки, збагачені порошком морських водоростей.

Спостерігається тенденція до створення кондитерських виробів з різними добавками рослинного походження – овочевими, фруктовими плодово-ягідними і злаковими.

Науковцями України І. В. Сірохманом та ін. [6–8] зазначено, що вплив на формування якості та значне розширення асортименту кондитерських виробів з лікувально-профілактичними властивостями забезпечується завдяки введенню до рецептури різної рослинної сировини. Розроблено технологію зефіру «Абрикосовий» із вмістом абрикосового пюре, «Малиновий» – із вмістом малини, «Цитрусовий» – із вмістом подрібнених плодів лимонів і апельсинів. Введення рослинних добавок забезпечує високий рівень збалансованості їжі за амінокислотним та вітамінним складом. Крім того, наявність у добавках баластних речовин (пектину, глюкози, геміцелюлози тощо) впливає на моторну та травну систему, а також на перебіг ліпідного обміну, в чому і проявляються лікувально-профілактичні властивості розроблених виробів.

Грузинським державним університетом субтропічного господарства розроблено та впроваджено у виробництво зефір та пастилу, які у своєму складі містять пюре фейхоа і ківі в кількості 20 та 35 % відповідно до маси білка; встановлено, що введення пюре ягід у такій кількості підвищують піноутворення на 35 % [9–10].

Деякі види кондитерських виробів збагачують вітамінами і β -каротином. До рецептури окремих видів включено поліпшувачі: порічковий містить 157 кг/т соку червоної порічки, «Травневий» – 59,7 кг/т пюре полуничного, «Чорничний» – 51,7 кг/т пюре чорничного, «Прикарпатський» – по 30 кг/т пюре чорничного, малинового і горобинового [11].

На пектині яблучному виробляють зефір «Ванільний», «Весняний» і «Їжачок». У рецептурі пастили «Весняна» передбачено 76 кг/т пюре вишневого або чорносмородинового, «Їжачок» – 123,0 кг/т соку горобинового, поверхня пастили «Їжачок» обси-пана вафельною крихтою.

Лікувально-профілактичний склад має бісквіт «Бобруйський» із зменшеним вмістом глютену [12].

Розроблено рецептури і технології приготування зефірного крему на основі желюючих компонентів із гліцерином і ягідним пюре: журавлиним, брусничним, обліпиховим. Авторами [13] доведено, що під час виробництва зефірного крему перед збиванням суміші є доцільним введення 10 % пюре журавлини, 15 % пюре із брусниці та на завершальному етапі збивання 5 % пюре обліпихи. Введення ягідного пюре дозволить зменшити 10 % пектину і 10 % кислоти в рецептурі зефірного крему з пюре обліпихи, 15 % пектину в рецептурі з журавлиним пюре і 20 % пектину в рецептурі з пюре брусниці. З усіх рецептур виключені харчові ароматизатори [14–16].

Запатентовано різні вітчизняні та зарубіжні фруктово-ягідні суміші, призначені для використання в кондитерській промисловості, експериментально доведено їх лікувально-профілактичну дію на організм людини [17–18].

Дослідниками Кемеровського технічного інституту харчової промисловості (Л. А. Остроумов, Р. І. Скворцова, С. Я. Корячкіна та ін.) були виявлені піноутворюючі властивості плодово-ягідної та овочевої сировини, обґрунтована можливість його використання у виробництві пастильних виробів [19].

Із зовсім нових видів відомий «Сирний зефір», який отримують шляхом примусового насичення маси очищеним повітрям або азотом за допомогою аератора. Такий зефір може мати начинку з різною смаковою гамою. Візуально він не відрізняється від зефіру, але є більш ніжним, може бути осаджений на печиві чи бісквіті та покриватися глазур'ю [20].

Одним із сучасних напрямів розробки кондитерських виробів із лікувально-профілактичним спрямуванням є їх збагачення білком. Відповідно до сучасних вимог раціонального харчування, лабораторією на базі кондитерського підприємства в Женеві були проведені дослідження зі збагачення збивних кондитерських виробів молочним білком та продуктом переробки морських водоростей цистозіри. Найвищу оцінку експертів одержали збивні вироби із вмістом 2,5–3 % молока сухого знежиреного, 0,5–1 % казеїнату натрію зі свіжеосадженим казеїном та 0,5 % цистозіри, незважаючи на незначне зниження органолептичних показників порівняно з контролем [21].

Для якості зниження використання тваринних білків російськими вченими досліджена можливість використання у виробництві збивних кондитерських виробів соєвих продуктів. Розроблена рецептура бісквіту, до складу якого входить сухий курячий білок і соєвий порошок, стабілізатор та інші добавки. Готовий виріб має оригінальний приємний смак, аромат із ледь відчутним запахом соєвих продуктів [22–24].

З метою зниження втрат білка та підвищення лікувально-профілактичних властивостей пастильних виробів ученими Польщі, запропоновано використання як піноутворювача білкового ізоляту соняшнику – 13–15 % від масової частки яєчного білка. Особливістю цього способу є те, що яєчний білок змішують із білковим ізолятом соняшнику, одержану суміш вистояють 0,5–1 год за періодичного перемішування і використовують для збивання [25].

Авторами [26] доведена можливість спільного використання амаранту та топінамбуру у кондитерських výroбах як піноутворювача та емульгатора. Досліджено антиоксидантну та протекторну властивість, що дозволить використовувати їх у виробництві продуктів лікувально-профілактичного призначення.

У різних країнах світу розробка технологій кондитерських виробів з лікувально-профілактичними властивостями відбувається в багатьох напрямках, найсучаснішим з яких є збагачення кондитерських виробів йодовмісною сировиною, але, на жаль, існує недостатньо інформації стосовно біологічної функції йоду та сучасного стану забезпечення йодом населення України, а з огляду на проблему значного споживання цукру в раціоні українців, що, як наслідок, може призвести до такої хвороби, як цукровий діабет [27], актуальним є розгляд біологічної функції цукру та його технологічний вплив під час виготовлення конди-

терських виробів. Виходячи із зазначеного вище, актуальним є проведення цього комплексу аналітичних досліджень.

1.2. Біологічні функції йоду, сучасний стан забезпечення йодом населення України

Йод належить до мікроелементів харчування. Добова потреба в ньому становить в середньому 100–200 мкг. За все життя людина споживає 3–5 г йоду, що еквівалентно ємності однієї чайної ложки [28].

Найбільш очевидним проявом дефіциту цього елемента є ендемічний зоб, за яким можуть виникнути різноманітні захворювання в самій щитовидній залозі, в тому числі вузлові форми зобу та рак. До того ж нестача йоду є поширеною причиною розумової відсталості у дітей, яку можна попередити [29–30].

Дефіцит йоду також може призвести до передчасних полохів, безпліддя, дефектів фізичного та розумового розвитку, глухонімоти, неврологічного кретинізму, погіршення зору [31–32].

У результаті широкомасштабних популяційних досліджень, проведених в азіатських країнах, встановлено, що відсутність повноцінної йодопрофілактики в ендемічних районах знижує коефіцієнт інтелекту (IQ-індекс) новонароджених дітей у середньому на 10–15 % [33–35].

В організмі дорослої людини знаходиться 20–50 мг йоду, майже половина якого зосереджена в щитовидній залозі, решта – у м'язах. Для поповнення запасів організму йод може надходити у двох видах – мінеральному (неорганічному) та органічному. Мінеральний йод – це йод, що не зв'язаний з будь-якою органічною молекулою (спиртовий розчин йоду, йодиди та йодати калію тощо) [36].

Органічний йод – це йод, що знаходиться в хімічному зв'язку з будь-якою органічною сполукою (цукром, амінокислотою) [37].

Неорганічний йод – дуже активна сполука. Вона легко проникає в кров і вступає у хімічні реакції з органічними сполуками організму, змінюючи або знищуючи їх [38–39].

Органічний йод, на відміну від мінерального, знаходиться в зв'язаному стані, та в більшості хімічних реакціях участі не бере. При цьому йод надходить через травний тракт до печінки, під дією ферментів дейодиназ відщеплюється від амінокислоти та

використовується для синтезу гормонів щитовидної залози. Механізм регулювання органічного йоду, що надходить ззовні, контролюється через систему гомеостазу, тому ступінь засвоєння йоду для кожного організму залежить від потреби. Надлишок йодованих амінокислот (йодтирозинів), перетворюючись в геноцитах печінки на глюкуроніан, природно виводиться із організму, тому не спостерігається накопичення йоду та небажані його наслідки. Цим вигідно відрізняється органічний йод будь-якого джерела від неорганічного, оскільки виключається можливість передозування [40–41].

Всмоктування йоду, що надходить в організм, відбувається в передніх відділеннях тонкого кишечника. Виділення йоду з організму відбувається переважно через нирки (до 70–80 %), молочні, слинні та потові залози, частково – з жовчю [42].

Особливе біологічне значення йоду полягає в тому, що він є складовою частиною молекул гормонів щитовидної залози: тироксину (T_4), який містить чотири атома йоду, та трийодтиронину (T_3), у складі якого три атома йоду. Через щитовидну залозу проходить весь об'єм крові, що циркулює в організмі людини протягом близько 17 хв. За цей час йод, що міститься в залозі, вбиває нестійкі мікроби, що надходять у кров через ушкодженні ділянки шкіри, слизові оболонки носу чи рота або при абсорбції харчових речовин їжі в травному тракті. Стійкі вірулентні мікроорганізми послаблюються під час кожного проходження через щитовидну залозу і врешті гинуть, за умови нормального забезпечення залози йодом. Нестача надходження йоду в організм призводить до розривання ланцюга послідовних процесів, які спрямовані на підтримку нормального синтезу та секреції гормонів щитовидної залози. Але якщо дефіцит цих гормонів зберігається досить довго, то відбувається зрив механізмів адаптації з подальшим зниженням синтезу тиреоїдних гормонів і розвитком захворювань, що зумовлені дефіцитом йоду [43–44].

Тироксин і трийодтиронин виконують в організмі такі функції:

- підсилюють окисні процеси та контролюють тепловиділення;
- впливають на психічний стан організму та його опір несприятливим чинникам довкілля;
- впливають на фізичний і психологічний розвиток, диференціювання та формування тканин;

- регулюють функції центральної нервової системи, впливають на діяльність серцево-судинної системи та печінки;
- взаємодіють з іншими залозами внутрішньої секреції (гіпофіз, статеві залози) та впливають на водно-сольовий обмін, метаболізм білків, ліпідів та вуглеводів, посилюють метаболічні процеси в організмі, підвищують споживання кисню тканинами [45–46].

Основою раціонального харчування є достатнє та збалансоване вживання макро- та мікронутрієнтів. Організм не синтезує ці речовини та не запасає їх в свої «комірки». Відповідно, життєво необхідні речовини повинні постійно надходити з їжею. Нестача споживання мікронутрієнтів спричиняє в організмі прояви, які в комплексі можна охарактеризувати поняттям «прихований голод» [47–48].

В Україні до категорії пріоритетних захворювань поряд із цукровим діабетом, артеріальною гіпертензією, туберкульозом і ВІЛ/СНІДом належить йодна нестача. Якщо в світі від йододефіциту страждають близько 13 % населення в 130 країнах (дані ЮНІСЕФ), то в Україні на ендемічних щодо зобу територіях сьогодні проживає 14,6 млн людей [49].

Ендемічність щодо зобу спостерігається на третині території України. Найбільшого забруднення радіонуклідами (як за щільністю, так і за площею) зазнала територія Полісся, а саме: Київська, Житомирська, Чернігівська, Сумська, Рівненська та Волинська області – це близько 50 % території України [50]. На рис. 1.1 зображено розповсюдження йододефіциту на території України.

Упродовж 90-х років кількість пацієнтів із проявами йододефіциту лише серед дитячого населення України збільшилась майже у 3 рази [51–53]. У результаті скринінгу та моніторингу захворювань щитовидної залози у дітей за проектом Чорнобиль–Сасакава було діагностовано зоб у 35,6 % дітей. Найбільш високий рівень захворювання виявлено в Київській, Житомирській, Харківській та Сумській областях [54].

У результаті забруднення харчових продуктів радіонуклідами, бідності хімічного складу місцевих і недостатньої кількості привізних продуктів погіршення купівельної спроможності населення та, відповідно, самообмеження в споживанні певних продуктів харчування стало суттєве зростання загальної та йодозалежної захворюваності українців.

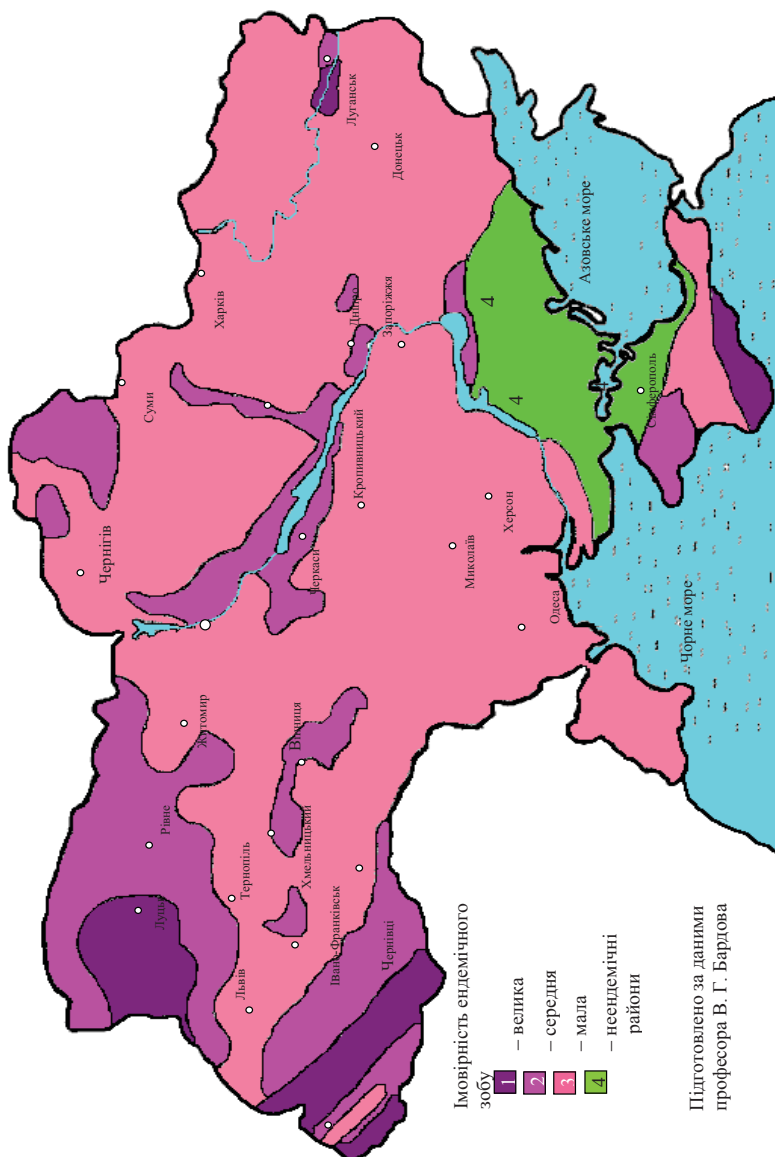


Рис. 1.1. Розповсюдження йододefіциту на території України

Це послужило причиною для включення України у програму ЮНІСЕФ та ВООЗ щодо контролю за йодним дефіцитом. Постанова Кабінету Міністрів України «Про затвердження Державної програми профілактики йодної недостатності у населення на 2002–2009 роки» була прийнята 26 вересня 2002 року [55]. Усе це зумовлює необхідність розробки не лише радіозахисного, але й лікувально-профілактичного харчування населення України та розширення асортименту такого роду продукції [56].

Збагачення продуктів харчування йодовмісною сировиною, зокрема кондитерських виробів, є актуальною проблемою. А з урахуванням наявності та можливості варіювання великою кількістю компонентів під час виробництва таких кондитерських виробів, як зефір, бісквіт та пастила, слід задовольняти науково обґрунтовані вимоги сучасної теорії раціонального харчування [57].

Ураховуючи властивості ламінарії і багатовіковий досвід її застосування, вченими і фахівцями державної установи «Науковий центр радіаційної медицини Академії медичних наук України» та БАТ «Завод молочної кислоти» м. Київ розроблено й отримано з бурої морської водорості ламінарії лікувально-профілактичну добавку еламін. Еламін випускається в заводських умовах на площах БАТ «Завод молочної кислоти» відповідно до ТУ У 00382119-02-99 і має чинний санітарний висновок про безпечність продукції, сертифікат якості безпосередньо виробника. Ця добавка з успіхом може компенсувати нестачу йоду та інших мікро- і макроелементів в організмі [58]. Слід зазначити, що еламін не лише зберігає всі властивості морської капусти, але і перевершує їх за засвоєнням організмом. Так, у разі вживання в їжу морської капусти засвоюється лише 5–15 % усіх її корисних речовин, тоді як під час уживання еламіну ці корисні речовини засвоюються на 90–95 % [59]. У сухому залишку еламіну містяться: біологічно активні вуглеводи (альгінати, ламінарін, бетасітостерін, маніт) – 42–47; мінеральні речовини в органічно зв'язаному вигляді, до складу яких входять макро- і мікроелементи – 30–40 (мг/100 г): калій – 5250–6850, кальцій – 1090–2200, сірка – 1300–1500, магній – 1000–300, фосфор – 300–450, йод – 150–300, залізо – 80–120, бром – 70–80, селен – 60–95, цинк – 2,0, марганець – 1,0, кобальт – 0,2 та ін.; грубі органічні речовини (клітковина), % – 8–12, білкові речовини – 6–9, ліпіди – 1,2–2,5,

вітаміни груп А, В, D, Е – 0,01–0,02. Енергетична цінність еламіну в 100 г – 165 ккал [60]. Полісахариди (альгінати натрію), що входять до складу еламіну, в результаті електростатичної взаємодії здатні утворювати білково-полісахаридні комплекси, які, маючи емульгуючу та стабілізуючу здатність, подібно до ПАР, можуть впливати на структуру та якість кондитерських виробів [61]. Вільні альгінові кислоти погано розчиняються в холодній воді, але набухають у ній, зв'язуючи 200–300-кратну кількість води, проте розчиняються в гарячій воді і в розчинах лугів, утворюючи при підкисленні гелі. Натрієві та калієві солі альгінових кислот легко розчиняються у воді з утворенням високов'язких розчинів. Солі з двовалентними катіонами утворюють гелі або нерозчинні альгірати [62].

Отже, еламін має всі необхідні для підвищення якості кондитерських виробів ознаки: доступність, здатність збагатити великою кількістю мікро- та макроелементів (зокрема йодом), що входять до його складу. Особливу роль відіграє легкозасвоюваність цих елементів завдяки органічно зв'язаному стану, в якому вони містяться в еламіні. Крім підвищення харчової цінності, еламін здатен позитивно вплинути на реологічні показники зефіру, пастили, бісквіту та забезпечити підвищення якості готових виробів.

1.3. Біологічні функції цукру, його технологічний вплив під час виготовлення кондитерських виробів

Цукор виконує роль не лише носія солодкого смаку, але і функцію структуроутворювача під час виробництва кондитерських виробів. При виготовленні зефіру, пастили та бісквіту цукор сприяє утворенню коагуляційно-піноподібної структури.

Цукор має як позитивний, так і негативний біологічний вплив на організм людини. При достатній кількості цукру та інших вуглеводів амінокислоти практично не використовуються на енергетичні витрати людини, а утилізуються переважно для пластичних потреб. Наявність у людському організмі необхідної кількості вуглеводів запобігає накопиченню кетонових сполук (продуктів метаболізму жирів) [63]. Надлишкове споживання цукру призводить до гіперглікемії, посиленого викиду інсуліну в кров, виснаження інсулярного апарату, що може призвести до

розвитку ЦД, на який страждає значна частка населення розвинених країн. Це захворювання спричиняється тим, що організм людини не може ефективно засвоювати цукрозу, внаслідок чого може виникнути ціла низка небезпечних для життя порушень в органах і тканинах [64–65]. Основним з таких є порушення обміну речовин, за якого відбувається надмірне накопичення в організмі жиру – ожиріння [66].

Нераціональне, незбалансоване харчування призводить до споживання зайвої кількості легкозасвоюваних вуглеводів, на які так багаті кондитерські вироби, та недостатнього споживання вітамінів, мікроелементів, а також інших життєво важливих компонентів харчування [67].

Аналіз позитивних і негативних властивостей цукру вказує на доцільність зменшення його кількості в рецептурах для задовільнення потреб людей, які мають надлишкову вагу тіла, проблеми з рівнем цукру в крові або просто є уважними до свого харчування.

Зменшити кількість цукру в рецептурах під час виготовлення кондитерських виробів та при цьому зберегти його смакові властивості можливо завдяки використанню солодких речовин, які можна поділити на: цукри; цукрозамінники (сорбіт, маніт, ксиліт, мальтит, лактат, еритрит, ізомальтит); підсолоджувачі (синтетичні: сахарин, цикламат, аспартам та натуральні: монелін, міракулін, стевіозид, тауматин).

Використання підсолоджувачів синтетичного походження не може бути доцільним, бо основними споживачами солодкого є діти, яким споживання штучних підсолоджувачів протипоказано. Також для організму людини ці речовини ніякої харчової цінності не несуть [68]. Вживання цукрозамінників може спричиняти головний біль, психічні розлади, втрату пам'яті, безсоння, розумову відсталість, втрату зору, депресію і найголовніше – науково доведено, що їх застосування збільшує ризик появи ракових захворювань [69].

Щодо цукрів, то використання їх при виготовленні кондитерських виробів з боку забезпечення його структурно-механічних властивостей є доцільним, але вони мають високу калорійність. Цукри легко засвоюються, і їх можна рекомендувати для кондитерських виробів, що орієнтовані на дітей, спортсменів та інших осіб, діяльність яких пов'язана з інтенсивними фізичними

навантаженнями. Глюкоза, наприклад, має високий глікемічний індекс (ГІ) – 100 %, тому її слід обережно використовувати при розробленні харчових продуктів, зокрема кондитерських виробів. Глікемічний індекс фруктози дорівнює 20 %. Але встановлено, що у хворих на ЦД, на відміну від здорових людей, фруктоза перетворюється переважно на глюкозу [70]. Також треба врахувати її специфічні властивості, такі як термічна нестійкість.

Аналіз існуючих замінників цукру показав, що деякі з них мають високу калорійність, інші негативно впливають на здоров'я. Одним із раціональних шляхів вирішення питання вибору заміни цукру є використання натурального підсолоджувача рослинного походження – продукту переробки стевії, який не має ніяких побічних ефектів та максимально задовольняє критерії для обрання оптимального підсолоджувача для бісквіта.

Глікозиди, що містяться в листі стевії, вміст стевіозиду в яких складає 10 %, роблять цю рослину дуже солодкою [71]. Стевія має високий коефіцієнт солодкості та низьку енергетичну цінність, є стійкою при нагріванні, легко розчиняється і дозується, утилізується без інсуліну [72]. При регулярному вживанні стевії знижується вміст глюкози в крові, зміцнюються кровоносні судини, гальмується зростання новоутворень [73, 74].

Глікозидний комплекс стевії містить 8 компонентів, які відрізняються вуглеводними частинами за наявності загального циклічного аглікона-стевіола [75]. Крім солодких дітерпенових глікозидів, листя стевії містять також інші компоненти, що забезпечують її унікальні лікувально-профілактичні властивості, а саме: дітерпенові глікозиди, флавоноїди, водорозчинні хлорофіли і ксантофіли, оксикоричні кислоти, нейтральні водорозчинні олігосахариди, вільні цукри, амінокислоти, мінеральні сполуки, вітаміни, ефірні олії [76].

Солодкість дітерпенових глікозидів сприяє нормалізації концентрації глюкози в крові і відновленню порушеного процесу обміну речовин, що полегшує перебіг ЦД [77]. У дітерпенових глікозидів присутня значна кількість сапонінів, які внаслідок гідролізу розкладаються на вуглеводи та неуглеводні компоненти (так звані аглікони), що визначають їх цілющі дії. Рослинні глікозиди (сапоніни) утворюють з водою щільну піну завдяки своїй поверхневій активності, що може бути доцільним при утворенні пінної системи, що є основою виготовлення бісквіта.

Як стверджують Г. Н. Павлова, Л. Д. Єрашова, К. К. Полянський [78; 79], відсутність калорійності та високий ступінь солодкості стевії дозволяє застосовувати її також хворим на ЦД (як з підвищеним, так і зі зменшеним вмістом цукру в крові), а також тим людям, які страждають від надмірної ваги та ожиріння.

Хіміки Карл Дітріх, Брідель і Лавель під час проведення дослідницької роботи з екстрактом листя *Stevia Rebaudiana* виділили білу кристалічну речовину у 300 разів солодшу, ніж цукор. Цю речовину вони назвали «стевіозид» (вихід склав 6 %), який можна віднести до підсолоджувачів, що є значно зручнішими у використанні [80; 81]. Завдяки високій одиниці солодкості стевіозид використовують у виробництві кондитерських виробів у невеликій кількості, що не впливає на сорбційні та десорбційні властивості готового продукту [82; 83]. Даних щодо інших властивостей, які могли б вплинути на якість бісквіта залежно від використання стевіозиду, знайти не вдалося.

В експерименті з визначення впливу стевіозиду на швидкість росту бактерій типів *Streptococcus mutans* показано, що стевіозид є менш сприятливим середовищем для вирощування бактерій, ніж глюкоза, сахароза або фруктоза [84]. Було показано, що вже в незначних кількостях стевіозид інгібує активність бактерій *Streptococcus mutans* [85]. Емпірична формула стевіозиду – $C_{38}H_{60}O_{18}$, молекулярна маса – 808,912, він належить до підсолоджувачів інтенсивного типу. Стевіозид добре розчиняється у воді, до низьких значень рН та високих температур, невеликі кількості цієї речовини викликають відчуття приємного солодкого смаку, у великих кількостях йому притаманний гіркий смак, стабільний під час зберігання, він не ферментується і не впливає на реакцію потемніння варених або печених продуктів, як багато інших натуральних підсолоджувачів, практично не розщеплюється в людському організмі, не токсичний [86]. Також він підкреслює ароматичну композицію та створює насиченість смаку в продукті. Стевіозид має колір від темно-коричневого до білого [87] і зареєстрований в харчовій промисловості як харчова добавка E960 (підсолоджувач).

Всесвітньою організацією охорони здоров'я (ВООЗ) 2006 року встановлено, що стевіозиди і ребаудіозиди А є негенотоксичними в лабораторних умовах і на живому організмі, генотоксичність стевіола і деяких його окисних похідних, виражена в

лабораторних умовах, у природних умовах не виявлена. Не було знайдено підтвердження канцерогенності продукту. У висновку ВООЗ заявлено, що «стевіозид продемонстрував доказ фармакологічного ефекту у пацієнтів з гіпертонією або у тих, хто страждає діабетом другого типу» [88]. Якість продукту і його дозвіл до реалізації засвідчує «Санітарно-епідеміологічний висновок МОЗ України» від 16.03.2010 № 05.03.02-03/16056.

Враховуючи хімічний склад та властивості, які мають глікозиди (сапоніни), використання стевіозиду може бути перспективним не лише з погляду зменшення кількості легкозасвоюваних вуглеводів, але і як покращувач утворення піни. Існують три основні вимоги до рецептури кондитерських виробів, у яких відбувається заміна цукру на натуральні підсоложувачі: ця заміна повинна бути економічно вигідною (споживачі не повинні відчувати ніяких змін смаку після такої заміни) та здатною зберегти структуру виробів.

Отже, для встановлення відповідності цим вимогам необхідним є проведення комплексу досліджень щодо впливу стевіозиду на процес приготування кондитерських виробів.

РОЗДІЛ 2

Розробка технології зефіру з лікувально-профілактичним спрямуванням

У даному розділі проведено низку експериментальних досліджень, які спрямовані на обґрунтування доцільності використання еламіну та еламіну і ягідних пюре під час виробництва зефіру. Надані рекомендації для готелів та ресторанів, які використовують технології виробництва кондитерських виробів з лікувально-профілактичним спрямуванням.

2.1. Вплив еламіну на поверхневий натяг водних розчинів

Для одержання піни з високим вмістом повітряної фази необхідно введення речовин, які б знижували поверхневий натяг на межі розділу фаз систем «рідина – повітря» [89–90]. Метою експерименту було дослідження впливу еламіну на поверхневий натяг водних розчинів речовин, які наявні під час виробництва зефіру та можуть вплинути на величину поверхневого натягу [91]. Досліджували залежність поверхневого натягу від концентрації еламіну та вплив добавки на величину поверхневого натягу, розчину лимонної кислоти та яєчно-цукрового розчину. Результати досліджень зображені на рис. 2.1; 2.2; 2.3.

Із даних рис. 2.1 можна зробити висновок, що еламін впливає на колігативні властивості розчинів. Молекула ПАР складається з гідрофобної частини та гідрофільної групи. Внаслідок такої будови молекула ПАР у рідині сорбується на поверхні розділу фаз, проявляючи при цьому властивість знижувати поверхневий натяг та накопичуватись у поверхневому прошарку

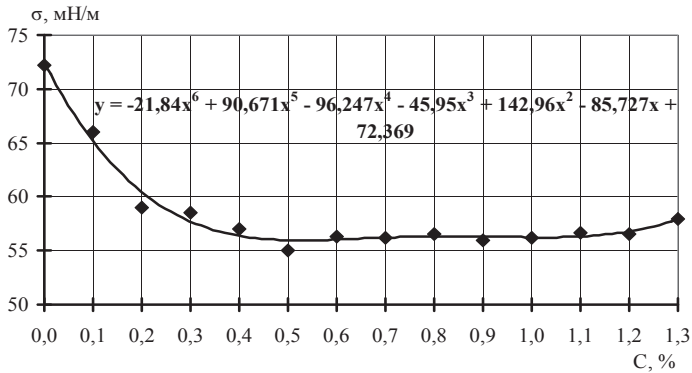


Рис. 2.1. Залежність поверхневого натягу від концентрації еламіну

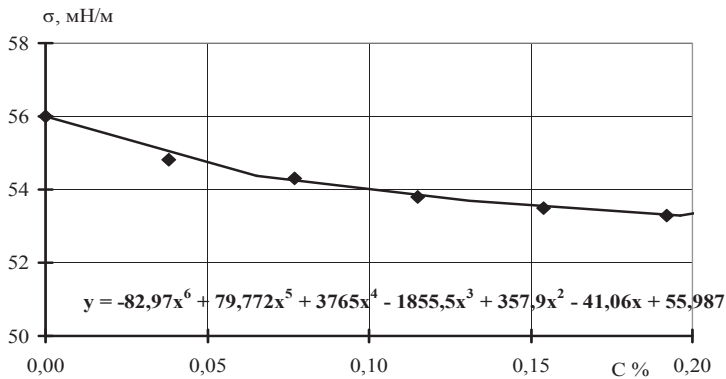


Рис. 2.2. Залежність поверхневого натягу 1 % розчину еламіну від концентрації лимонної кислоти

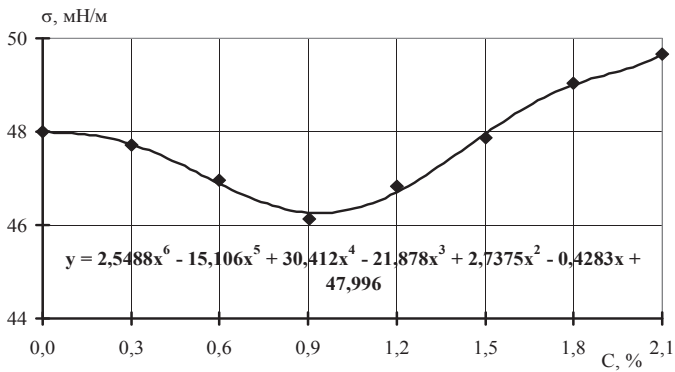


Рис. 2.3. Вплив еламіну на величину поверхневого натягу яєчно-цукрової суміші

[92–93]. При цьому відбувається задовільна адсорбція. Також розчин еламіну має поверхневий натяг, менший за речовину розчинника (σ води = 72,4 мН/м). Взаємодія між молекулами полісахариду (еламіну) менше взаємодії між молекулами води, як наслідок, молекули виштовхуються з об'єму розчину на поверхню. Це явище пояснюється хімічною будовою, ланцюг неполярних груп полісахариду є досить довгим для одержання адсорбційного шару, а частина полярних груп є активною щодо рідкої фази. До цього, як у будь-якої ПАР, максимум поверхневої активності спостерігається у разі введення незначної кількості речовини у розчин. Під час внесення еламіну в кількості 0,3 % спостерігається зниження поверхневої активності на 15 мН/м. Під час виробництва зефіру використовують органічні кислоти. Нами було досліджено дію лимонної кислоти на поверхневий натяг 1 % розчину еламіну (рис. 2.2).

Як свідчать дані рис. 2.2, присутність харчової органічної речовини знижує поверхневий натяг 1 % розчину еламіну. Можна припустити, що кислота змінює закон розподілення заряду на поверхні полісахариду, як наслідок, спостерігається збільшення поверхневої активності.

Наступним завданням наших досліджень було вивчення впливу еламіну на поверхневий натяг яєчно-цукрової суміші (рис. 2.3).

З літературного огляду не було знайдено однозначної відповіді стосовно впливу цукру на величину поверхневого натягу.

З даних рис. 2.3 можна зробити висновок, що еламін за певних концентрацій від 0,6 до 1,2 %, впливає на зміну поверхневого натягу яєчно-цукрової суміші.

Це явище можна пояснити тим, що за умов досягнення певної концентрації ПАР починається процес міцелоутворення, прийнято вважати, що в цьому разі адсорбовані молекули орієнтовані перпендикулярно до верхнього прошарку.

Значення критичної концентрації міцелоутворення залежить від низки чинників, передусім від довжини вуглецевого радикала молекули ПАР. Вчений Г. Дюко, а потім і Д. Браубе, досліджуючи поверхневий натяг, встановили, що поверхнева активність речовини на межі фаз систем «газ – рідина» збільшується від збільшення довжини вуглеводного радикала та можливістю використання водневих зв'язків та гідрофобних взаємодій для створення просторової структури [94].

За подальшого збільшення концентрації еламіну в розчині 1,5–2,1 % (вище за значення критичної концентрації міцелоутворення) швидкість дифузії молекул в поверхневому шарі зменшується, чим і пояснюється підвищення поверхневої активності.

Експериментально встановлено, що еламін є поверхнево активною речовиною та здатен знижувати поверхневий натяг, а, як встановлено авторами [95–96], зі зменшенням поверхневого натягу розчинів його піноутворююча здатність збільшується, оскільки для отримання однакового об'єму піни потрібно затратити менше енергії.

Введення йодовміщуючої добавки у систему дозволить впливати на ПУ та ПС, саме ці показники можна виділити як основні властивості, які всебічно характеризують пінну систему.

2.2. Визначення способу введення еламіну та його раціональних концентрацій

Зефір за структурою належить до дисперсійних систем коагуляційного типу, тобто до пін.

Для оцінки якості піноутворюючої здатності розчинів і утворених із них пін використовують різні критерії. Універсального критерію, що однозначно оцінює якість піни за будь-яких умов, не існує. Можна виділити одні з основних властивостей, які всебічно будуть характеризувати піну (зефірну масу) – це піноутворення та піностійкість.

Для об'єктивного оцінювання впливу йодовміщуючої харчової добавки еламіну було проведено експеримент, мета якого – встановити закономірність ПУ та ПС курячого білка залежно від асортименту яєць різних виробників. Як показує досвід [97], ПУ та ПС білка яєць є досить різною та може змінюватися залежно від багатьох чинників. Необхідність такого експерименту обґрунтовано вимогами до сировини, які пред'являються виробником. Білок курячого яйця не використовується на виробництві, якщо його ПУ менше 1200 %, ПС менше 60 % [98].

Для цього було вивчено асортимент яєць курячих, які реалізуються на споживчому ринку Харкова, обрано десять зразків, однакових за класом та ґатунком. Експеримент проводився протягом року, кожні три місяці досліджували білок яйця десяти обраних виробників на показники ПУ та ПС.

Піноутворюючу масу отримували методом збивання, всі досліді проводилися за однакових умов. Після математичної обробки одержані результати зображені на рис. 2.4 та 2.5.

Виходячи з отриманих даних, слід зазначити, що досліджуванні зразки є хоч і одного класу та гатунку, але різко відрізняються за здатністю до ПУ та ПС, це пов'язано із різними складовими компонентами білка яйця, які безпосередньо залежать від умов утримання та вигодовування курей, і багатьох інших процесів [99].

Оскільки метою нашої роботи було визначення можливості фортифікації та застосування еламіну під час виробництва зефіру як структуроутворювача, то саме на стадії отримання яєчно-цукрової суміші можна найбільш якісно та чітко відстежити, в якому стані додавання еламіну краще впливатиме на ПУ та ПС зефірної маси. Введення стабілізатора у білок дозволить уникнути осідання піни і гарантувати високу якість отриманої продукції.

Вважали за доцільне дослідити залежність ПУ та ПС яєчно-цукрової суміші від форми введення еламіну та часу збивання. Під час експерименту використовували білок яйця з найнижчими показниками ПУ та ПС (це «Телешківські свіжі», Київська обл.).

За технологічною схемою виробництва зефіру «Ванільний», яку взято за основу, температура в системі сягала 20 ± 3 °C, частота обертів збивального апарата становила $n = 3,3\text{--}3,6$ об/с.

Піну одержували збиванням за методом Лур'є.

З літератури [100], встановлено, що утворення пінної маси, яка характеризується максимальними значеннями ПУ та ПС, можна отримати лише в інтервалі певних температурних значень та встановлених концентрацій сухих речовин, введеної добавки.

Концентрації еламіну були обрані з урахуванням рекомендацій виробника, ВАТ «Завод молочної кислоти» та попередніх досліджень учених, які застосовували еламін як структурний компонент у різних харчових продуктах.

Йодовміщуючу харчову добавку вводили в кількості 1 г у вигляді порошку та у вигляді розчину (у співвідношенні 1:10; температура розчинника 98–100 °C), еламін у кількості (1 г) є носієм 150 мкг йоду.

За даними академіка А. А. Покровського, добова потреба в йоді здорової людини – 100–200 мкг. Експериментальні дослідження зображені в табл. 2.1.

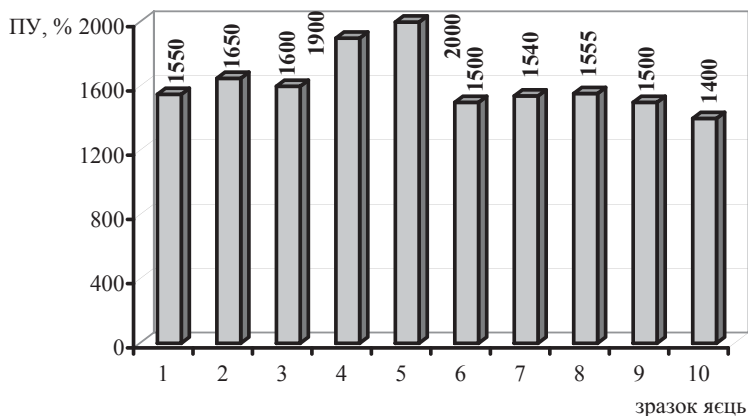


Рис. 2.4. Піноутворююча здатність курячого білка десяти різних виробників: 1 – Молодецьке (ЗАТ Агрофірма Березівська); 2 – Яйце (ТОВ МЦФГ «Авангард»); 3 – Яйце куряче (с. Голубінка, Лебединського р-ну); 4 – Купуйка (ВАТ птахофабрика «Перше Травня»); 5 – Clever (ВАТ Куршинський птах. комплекс); 6 – Богодухівські свіжі (м. Богодухів); 7 – Мінор (м. Харків); 8 – Ясен світ – коричневі (Київська обл., с. Куршинка); 9 – Ясен світ – білі (Київська обл., с. Куршинка); 10 – Телешківські свіжі (Київська обл.)

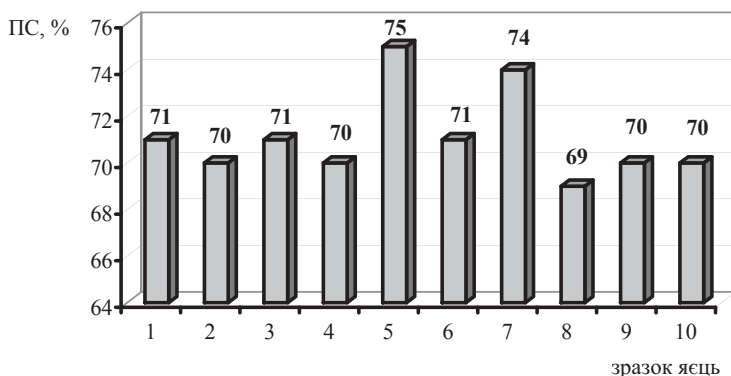


Рис. 2.5. Піностійка здатність курячого білка десяти різних виробників: 1 – Молодецьке (ЗАТ Агрофірма Березівська); 2 – Яйце (ТОВ МЦФГ «Авангард»); 3 – Яйце куряче (с. Голубівка Лебединського р-ну); 4 – Купуйка (ВАТ птахофабрика «Перше Травня»); 5 – Clever (ВАТ Куршинський птах. комплекс); 6 – Богодухівські свіжі (м. Богодухів); 7 – Мінор (м. Харків); 8 – Ясен світ – коричневі (Київська обл., с. Куршинка); 9 – Ясен світ – білі (Київська обл., с. Куршинка); 10 – Телешківські свіжі (Київська обл.)

З експериментальних даних випливає, що для отримання максимального показника ПУ достатньо збивати суміш протягом 10 хв, що на 5 хв менше, ніж рекомендовано в рецептурі, яку взято за основну та за якою час збивання суміші має тривати 15 хв.

ПУ здатність яєчно-цукрової суміші, в яку еламін був введений у сухому стані, на 68,6 % менше, ніж у контрольному, а зразок із завареним еламіном підвищує контроль на 1,4 %.

Можливо, що йодовміщуюча добавка, проявляючи свої адсорбційні властивості, зв'язує вологу, яка знаходиться в білку, що і призводить до зниження ПУ в зразку, де еламін вводили у сухому стані.

Таблиця 2.1

Залежність ПУ та ПС яєчно-цукрової суміші від форми введення 1 % розчину еламіну та часу збивання

Стан введення еламіну	Тривалість збивання, $\tau \times 60$ с								
	5	10	15	5	10	15	5	10	15
	Контроль			Сухий			Заварений		
Піноутворення, %	1380	1400	1400	380	440	440	1400	1420	1420
Піностійкість, %	70	70	70	100	100	100	99	99	99

ПС здатність зразків із вмістом 1 % розчину еламіну в усіх дослідних зразках сягала 99–100 % протягом досліджуваного часу.

У подальших дослідженнях еламін використовували у вигляді розчину у співвідношенні 1:10, $t H_2O \rightarrow 98-100$ °C згідно з інструкцією виробника.

Наступним етапом роботи було визначення раціональних концентрацій еламіну, тобто у якій саме кількості слід вводити йодовміщуючу добавку в зефірну масу.

Зефірна маса є попередньо збитою яєчно-цукровою сумішю з розчином органічної кислоти, пектиновими та мінеральними речовинами яблучного пюре і введеними желюючими компонентами агаро-цукрово-паточного сиропу.

Еламін вводили на стадії збивання, тому що саме під час збивання йодовміщуюча добавка виявляє максимальні ПУ та ПС властивості. Діапазон концентрацій був обраний з урахуванням добової потреби організму на йод та за сучасними принципами фортифікації кондитерських виробів.

Добова потреба дорослої людини у йоді регламентована «Нормами фізіологічних потреб населення України в осно-

вних харчових речовинах і енергії», затвердженими Наказом № 272 Міністерства охорони здоров'я України від 18 листопада 1999 року, і становить 150 мкг для здорової дорослої людини та 75 мкг для дітей шкільного віку.

За сучасними науковими принципами збагачення харчових продуктів мікронутрієнтами кондитерські вироби з добавками, що містять йод, мають забезпечувати не менше 20–50 % добової потреби організму людини у цьому елементі (30–75 мкг) завдяки вживанню рекомендованої добової кількості. За добову норму вживання кондитерських виробів, затверджену Кабінетом міністрів України за розрахунком «споживчого кошика», прийнято 100 г.

Вченими і фахівцями Наукового центру радіаційної медицини АМН України та Інститутом харчування МОЗ України рекомендовано вживання еламіну: дітям – 0,5 г, дорослим – 1 г сухого концентрату. Така кількість є гарантованим носієм 75 мкг та 150 мкг йоду, якщо його вживати у вигляді таблетки чи порошку без урахувань втрат під час виробництва.

Дослідниками встановлено, що втрати йоду у свіжовипеченому хлібі, де як збагачувач використовували еламін, є неминучими. Інтенсивність втрат йоду спостерігається з підвищенням температури. При дії температури в інтервалі 210–220 °C протягом 25–35 хв втрати йоду в продукті становлять 80 %.

Максимальна температура під час виготовлення зефіру становить 70 °C, триває 3–5 хв під час введення агаро-цукрово-паточного сиропу.

Незважаючи на такі дані, еламін є широко відомим носієм йоду і входить до рецептурних компонентів хлібобулочних виробів, які виробляються на хлібозаводах м. Київ (№ 4, № 6 та № 10). Під час виробництва сайок і хлібців сухий концентрат еламіну додають у кількості 0,18 % до маси виробу, що перевищує розрахункові дозування, рекомендовані нами [101]. Із урахуванням можливих втрат йоду під час виробництва, доцільним є дослідження впливу еламіну в бік збільшення концентрацій. У табл. 2.2 наведено дані залежності піноутворення зефірної маси+ від концентрації еламіну та часу збивання.

Ефект спостерігається під час введення еламіну у зефірну масу в кількості 0,6–1,2 % до маси виробу, при цьому ПУ підвищується на 10–20 %, а показник ПС сягає майже максимальної величини: 99 %.

Подальше підвищення кількості еламіну у зефірній масі (1,5–2 %) сприяє зниженню набутого ефекту, показник ПУ знижується, отже, раціональна кількість введення еламіну в зефірну масу становить 0,6–1,2 % до маси виробу, розрахунковий вміст йоду – 0,90–180 мкг/100 г.

Таблиця 2.2

Залежність піноутворення та піностійкості зефірної маси від концентрації еламіну та часу збивання

№	Показник	ПУ / ПС	ПУ / ПС	ПУ / ПС
з/п	Концентрація еламіну, С %	Тривалість збиття, $\tau \times 60$ с		
		5	10	15
1	0,3	1380 / 70	1380 / 70	1400 / 70
2	0,6	1390 / 80	1440 / 80	1440 / 80
3	0,9	1400 / 99	1420 / 99	1420 / 99
4	1,2	1400 / 99	1420 / 99	1420 / 99
5	1,5	1390 / 99	1400 / 99	1400 / 99
6	1,8	1380 / 100	1390 / 100	1390 / 100
7	2	1380 / 100	1390 / 100	1390 / 100

За органолептичними показниками зефірна маса у даному інтервалі концентрацій має чистий смак, властивий зефіру, м'яку однорідну консистенцію, білий колір із зеленими включеннями еламіну. З погляду на органолептичні показники зефірної маси, зелені включення на цьому етапі досліджень неможливо передбачити купівельну спроможність цього виду зефіру, сприйняття кольоровості є індивідуальним для кожного покупця, але, як встановлено з маркетингових досліджень, споживач вже давно звик до певного кольору зефіру, пов'язуючи з ним смак та якість, що є одним із вирішальних чинників купівельної спроможності населення та відіграє велику роль у торговельному попиті цього виду продукції.

Виходячи з отриманих результатів, актуальним є приділення уваги розширенню асортименту зефіру з покращеними естетичними характеристиками завдяки наданню привабливого кольору готовим виробам. З літературного огляду відомо, що асортимент збивних виробів збільшується під час розширення бази, що використовується. Основними напрямками є використання плодово-ягідних пюре як наповнювачів або начинок. Досліджено, що введення ягідних пюре може задовільно вплинути

на процес піноутворення та надати зефіру привабливого кольору або відтінку завдяки натуральним фарбуючим речовинам, які містяться в плодово-ягідній сировині.

Серед речовин, які містяться в плодово-ягідній сировині та можуть впливати на колір, слід виокремити катехіни, антоціани, флавоноїди, хлорофіли.

Із літературних джерел [102–104] відомо, що цей напрямок є актуальним у виробництві харчових продуктів. За даними авторів [105–107], споживати в їжу можна 70–100 видів рослин, але здебільшого використовується не більше 40–50 видів, на 2009 р. цей показник збільшився на 4 %. Припустимо, що асортимент йодованої продукції, зокрема зефіру, можна розширити та збагатити у вигляді включень ягідних пюре з метою покращення структури, коригування відтінку та можливим підвищенням харчової цінності виробу, тому що ягоди є джерелом вітамінів, мінеральних та біологічно активних речовин, харчових волокон.

Для забезпечення у виробництві зефіру таких характеристик, як естетичні (надання привабливого кольору готовим виробам), структуроутворюючі (створення збитої консистенції), функціональні (підвищення біологічної цінності), вирішено як наповнювачі обрати ягідні пюре.

Сировина обиралась за такими критеріями, як доступність у наших кліматичних умовах, багатий вміст пектину, вітамінів, макро- та мікроелементів, насиченість кольору, що, в свою чергу, є перспективним джерелом для одержання фарбуючих речовин. Результати аналітичних досліджень стосовно вибору сировини, дослідження вітамінного, мінерального складу у різних видах ягід наведено у наукових працях. Поряд із привабливим кольором, одним із основних показників якості зефіру є його структура – пінна маса. Тому дослідження залежності ПУ, ПС, кольоровості зефірної маси з еламіном від введення пюре ягід різних видів є необхідним. Під час експерименту концентрації ягідного пюре обиралися, спираючись на досвід закордонних дослідників [108–109], які рекомендують під час виготовлення зефіру на агарі внесення раціонального вмісту ягідного пюре не більше ніж у співвідношенні 1:1 до яблучного пюре. Встановлено, що збільшення частки заміни яблучного пюре призводить до зменшення желуючої здатності зефірної маси завдяки зниженню в'язкості у плівках піни і, як наслідок, – процес стікання рідини з плівок

збільшується та підвищується швидкість стоншення плівки, що призводить до процесу коалесценції. Ягідне пюре різних видів вводили в систему в процесі збивання у співвідношенні 1:1 до яблучного, що склало 19–19,5 % до маси виробу. Вміст сухих речовин – 10 %. Для забезпечення однорідності маси ягідні пюре пересівали та протирали на ситі із нержавіючої сталі розміром комірок 2,0 мм, отриману масу протирали повторно на машині «Фінішер» з діаметром комірок сита 0,75–0,8 мм.

Найвищі показники ПУ та ПС щодо інших зразків мають зразки з вмістом малинового (1400/93 %), чорносмородинового (1400/97 %), агрусового (1420/96 %), та журавлиного пюре (1380/94 %) (рис. 2.6 та 2.7).

Аналізуючи зразки з найвищими показниками ПУ та ПС, саме вони викликають найбільший інтерес, спостерігаємо зміну кольору у зразку з малиновим пюре. Він змінюється від ніжно-рожевого до світло-сірого, у зразку з чорносмородиновим пюре спостерігаємо зміну від блідо-червоного до фіолетово-синього, а у зразку з агрусовим пюре спостерігається більш інтенсивне забарвлення порівняно з еталоном (зеленувате), яке в процесі відстоювання набуває бурого кольору. Зразок з журавлиним пюре візуально не змінився.

Причини незадовільних змін кольору зефірної маси з еламіном під час спільного використання ягідних пюре можуть бути різноманітні. Зелений колір пюре агрусу обумовлений наявністю в плодах пігментів хлорофілу. За хімічною природою хлорофіл є складним ефіром двоосновної кислоти і двох спиртів: фітону і метилового. Зміна кольору, яка спостерігається у зразку із агрусовим пюре, виникає внаслідок взаємодії хлорофілу з лимонною кислотою, яка вводиться відповідно до рецептури в кількості 0,06 % до маси виробу. З літератури встановлено [110], що при взаємодії хлорофілу з органічними кислотами або кислими солями утворюється нова речовина бурого кольору – феофітин. У «цілих» ягодах ця реакція не відбувається, хлорофіл знаходиться у комплексі з білком і ліпідами (в хлоропластах), захищений цими речовинами від зовнішньої дії. Ступінь зміни зеленого кольору прискорюється за теплової обробки та збільшення концентрації органічної кислоти.

Колір ягідних пюре журавлини, чорної смородини, малини зумовлений наявністю у них пігментів антоціанів. За хімічною

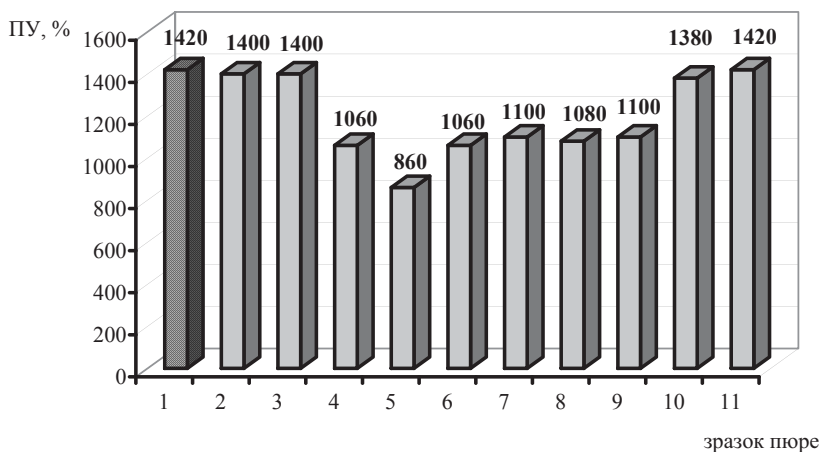


Рис. 2.6. Залежність піноутворюючої здатності зефірної маси з еламіном від введення ягідного пюре різних видів: 1 – контроль; 2 – малинове; 3 – чорносмородинове; 4 – брусничне; 5 – ожинове; 6 – буяхове; 7 – полуничне; 8 – суничне; 9 – порічкове; 10 – журавлине; 11 – агрусове

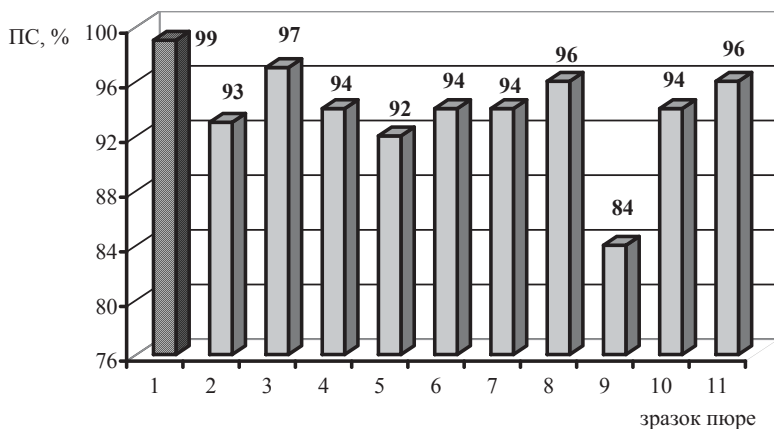


Рис. 2.7. Залежність піностійкої здатності зефірної маси з еламіном від введення ягідного пюре різних видів: 1 – контроль; 2 – малинове; 3 – чорносмородинове; 4 – брусничне; 5 – ожинове; 6 – буяхове; 7 – полуничне; 8 – суничне; 9 – порічкове; 10 – журавлине; 11 – агрусове

природою антоціани є поліфенольними сполуками з групи флавоноїдів, це моно- і диглікозиди.

Причиною незадовільної зміни кольору зефірної маси з еламіном під час спільного використання пюре ягід чорної смородини та малини можуть залежати від багатьох конкуруючих процесів та різних чинників.

По-перше, це дія антоціанових сполук. Вони, як відомо, наділені індикаторними властивостями та здатні змінювати свій колір залежно від рН середовища. У кислому середовищі вони червоні, у нейтральному – фіолетові, у лужному – сині. По-друге, на зміну кольору зефірної маси могли вплинути метали заліза, які знаходяться в еламіні. За механічної обробки (температура, тривалість збивання) ягідна сировина піддавалась деградації та вступала в реакцію з металами. Іони полівалентних металів можуть каталізувати процеси окислення антоціанів. Антоціани, вступаючи у реакцію з металами, набули кольору, відмінного від першочергового. По-третє, значну зміну кольору антоціанових сполук, можливо, спричинило підвищення температури. Під час нагрівання системи із ягідною сировиною до 60°С активуються окисні ферменти, які спричиняють розпад антоціанів, подальше збільшення температури призводить до термічної деградації останніх. Науковцями [111] прийнято вважати, що стабілізація кольору виникає за температури 70 °С, коли ферменти інактивовані, а термічна деградація антоціанів практично не відбувається.

У наукових працях М. А. Миколаєвої та Д. Л. Азіна (Уральський державний технологічний університет) для фортифікації цукерок «ВІТАМІНКА» (як начинка) та для виготовлення желейних цукерок «Останкіно» розглядались водорості *Fucus vesiculosus*, *Ascophyllum nodosum* у комплексі з ягідним пюре малини, чорної смородини та агрусу. За результатами спектрофотометричного аналізу дослідниками встановлено раціональну кількість введення ягідного пюре в рівних частках у співвідношенні 9:1 та 8,5:1,5 до водоростей для надання виробам рожевого кольору. Втрати кольору у процесі зберігання були вкрай несуттєвими, що свідчить про високу стійкість фарбуючих речовин цього комплексу. За даними водорості *Fucus vesiculosus*, *Ascophyllum nodosum* та сухий концентрат еламіну мають однакові складові, але різняться за їх кількісними співвідношеннями. Беручи до уваги дані експерименту та аналізуючи наукові

праці, вирішено дослідити комплексне використання ягідних пюре малини, чорної смородини та агрусу, а також зразки з найвищими показниками ПУ та ПС. Цей комплекс у подальших дослідженнях отримав назву «вітамінний комплекс».

Досліджено залежність зміни ПУ, ПС, кольору зефірної маси від введення ягідного пюре журавлини та ягідного пюре «вітамінного комплексу». Пюре «вітамінного комплексу» вводили в рівних частках (6,3–6,5 %) загальною масою 19–19,5 % до маси виробу, концентрація сухих речовин у пюре сягала 10 %. У табл. 2.3 наведено результати досліджень залежності зміни ПУ, ПС, кольору зефірної маси від внесення ягідного пюре. За експериментальними даними табл. 2.3 встановлено, що, відповідно до структуроутворюючих та органолептичних характеристик, доцільно використовувати пюре ягід «вітамінного комплексу» та пюре журавлини.

Таблиця 2.3

**Залежність зміни ПУ, ПС, кольору зефірної маси
від внесення ягідного пюре**

№ з/п	Найменування ягідного пюре	Вид ягід	Показник		
			Колір	ПУ, %	ПС, %
1	Малинове	Rubus L.	світло-сірий	1400	93
2	Чорносмородинове	Ribes nigrum L.	фіолетово-синій	1400	97
3	Брусничне	Vaccinium vitis-idaea	фіолетово-синій	1060	94
4	Ожинове	Rubus focke	помаранчево-жовтий	820	92
5	Буякове	Vaccinium uliginosum	фіолетово-багряний	1060	94
6	Полуничне	Fragaria myrtillosa	помаранчево-жовтий	1100	94
7	Суничне	Fragaria moschata	помаранчево-жовтий	1080	96
8	Порічкове	Ribes procumbens pal.	темно-багряний	1100	84
9	Журавлине	Oxycoccus P.	світло-рожевий	1380	94
10	Агусове	G. reclinata L.	бурий	1420	96
11	Пюре "Вітамінного комплексу"	-	світло-рожевий	1400	97
Примітка. "Вітамінний комплекс" - це ягідні пюре малини, чорної смородини, агрусу у співвідношенні 1:1:1.					

Зразки 9 та 11 мають приємний рожевий колір, для більш детального вивчення якого вирішено провести спектрофотометричні дослідження.

2.3. Дослідження зміни кольору зефірної маси за допомогою спектрофотометричного аналізу

Спектрофотометрією називають науку про колір. Сприйняття кольору залежить від чутливості ока (колб і паличок у сітчатці) та виникає в результаті обробки мозком інформації від зорового аналізатора, тобто зорового відчуття. Кольори можна оцінювати і порівнювати, визначати зорові враження від кольору за допомогою величин колірних вимірювань, що на цей час дозволяє нам дослідити кольори чисельно і передавати інформацію про них не лише за допомогою відчуттів, але й за допомогою цифр. Такими дослідниками, як Й. Фраунгофер та Г. Кирхгоф, ще на початку XVII століття, спираючись на численні експерименти їхнього попередника І. Ньютона, вивчено видиму область значень та діапазон довжини хвиль, що їм відповідає. Вченими прийняті еталони кольорів-последовності монохроматичних випромінювань фіксованої інтенсивності (теорія Бугера-Ламберта-Бера), кожному з яких відповідає певна довжина хвилі електромагнітного коливання [112]. Монохроматичні випромінювання не можуть бути розкладені ні на які інші кольори. У разі розкладання білого сонячного світла (як еталонного безперервного спектра) призмою в безперервний спектр кольорів дістаємо параметри довжин хвиль у Нм: 390–440 – фіолетовий, 440–480 – синій, 480–500 – блакитний, 500–550 – зелений, 550–585 – жовтий, 585–625 – рожевий, 625–770 – червоний, які слугують зразками під час використання у промисловості, поліграфії та інших галузях, де потрібна характеристика кольоровості речовини.

Людське око здатне сприймати електромагнітні коливання у дуже вузькому інтервалі, основна маса людей не здатна розрізняти промені світла коротше 400 Нм, межею видимості червоної частини спектра вважається світло з довжиною хвилі 700 Нм. Метод дослідження у такому діапазоні довжини хвиль називається колориметричним. Цей метод характеризується довжиною хвилі та інтенсивністю забарвлення. Вимірюваний потік розкладається на окремі спектральні складові, для яких оцінюється їх інтенсивність у кінцевому інтервалі довжин хвиль. Отже, виходить набір значень інтенсивності світлового поглинання, виміряних у досить вузьких смугах спектра, що є апроксимацією всього спектра поглинання.

Колориметричним методом проведено спектрофотометричні дослідження. Управління приладом, отримання й обробка даних здійснювалась із персонального комп'ютера за допомогою UV WinLab. Вивчено зміни кольору зефірної маси з еламіном залежно від вмісту пюре журавлини та вмісту пюре «вітамінного комплексу». Аналіз та характеристику проводили, аналізуючи спади ремісійних ліній дослідних зразків. Результати досліджень зображені на рис. 2.8 і 2.9.

Аналізуючи графік, можна зробити висновок, що максимальний спад ремісійної лінії контрольного зразка (зразок 1) спостерігається в інтервалі 550–575 Нм за колірною шкалою, розробленою Й. Фраунгофером і Г. Кирхгофом. До її основи покладено закон поглинання світла Бугера–Ламберта–Бера, який характеризує колір дослідного зразка як біло-жовтий, введення еламіну в зефірну масу (зразок 2) змінює колірну гаму. Максимальний спад ремісійної лінії (тобто пік спаду довжини поглинання зразка із еламіном) спостерігається в інтервалі 500–525 Нм, що характеризує колір дослідного зразку як біло-зелений.

У зразках із вмістом пюре журавлини та пюре «вітамінного комплексу» спостерігається зміна інтенсивності забарвлення щодо контролю та зразка із введенням еламіном. Інтенсивність забарвлення змінюється на 20 % у бік збільшення, що характеризує колір зразків як більш яскраво виражений.

Характер ремісійних ліній зразків з ягідними пюре та еламіном (зразок 3 та 4) є майже однаковим (лінії йдуть практично паралельно одна одній), пік спаду ремісійних ліній зразка з еламіном та пюре журавлини 625–650 Нм, а в зразку із еламіном та пюре ягід «вітамінного комплексу» – 650–675 Нм, що характеризує колірну гаму дослідних зразків як рожеве та рожево-червоне.

Підсумовуючи дані експерименту, можна припустити, що асортимент йодованої продукції, зокрема зефіру, можна розширити та збагатити завдяки спільному використанню еламіну та ягідних пюре, що надасть виробам приємного кольору, скоригувавши відтінок, створений еламіном, та, можливо, підвищить харчову цінність виробу завдяки вітамінному складу ягідних пюре.

Необхідним постає вивчення впливу спільного використання досліджуваних речовин та їх комплексів на реологічні характеристики зефірної маси.

Найбільш об'єктивним поняттям, на думку К. Б. Канн [113], що характеризує реологічні характеристики піни, до яких нале-

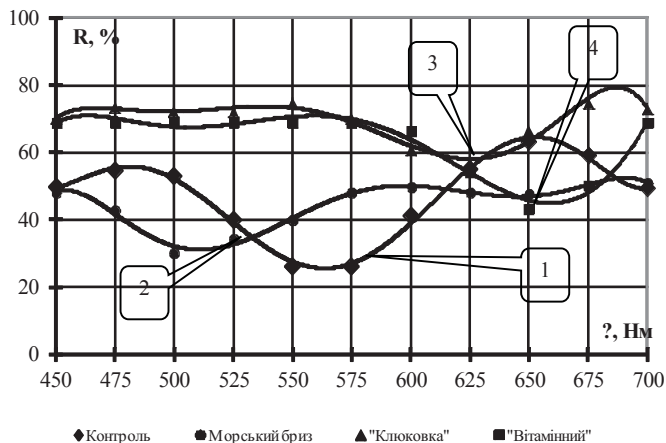


Рис. 2.8. Вплив еламіну та еламіну і ягідних пюре на зміну кольору зефірної маси: 1 – контроль; 2 – з еламіном; 3 – з еламіном та пюре журавлини; 4 – з еламіном та пюре «вітамінного комплексу»

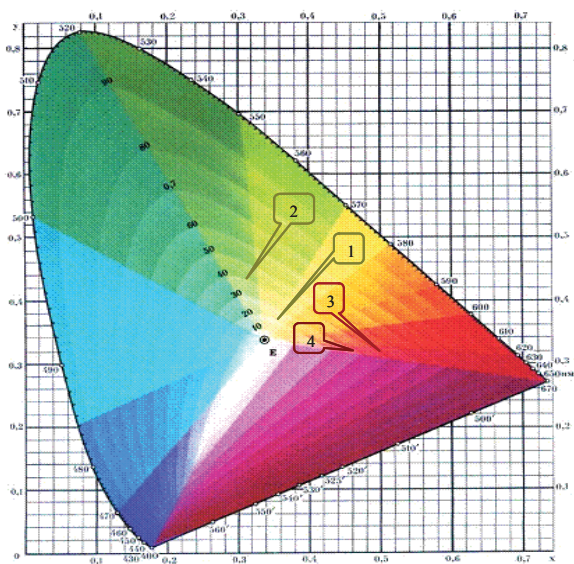


Рис. 2.9. Геометричне місце точок на кольоровому тілі (обробка за допомогою приладу UV WinLab): 1 – контроль; 2 – з еламіном; 3 – з еламіном та пюре журавлини; 4 – з еламіном та пюре «вітамінного комплексу»

жить зефірна маса, є проведення комплексу досліджень, спрямованих на вивчення дисперсного складу.

2.4. Вивчення дисперсного складу зефірних мас

Одним з найважливіших показників якості зефірної маси поряд із ПУ та ПС здатністю є дисперсність, оскільки вона визначає більшість властивостей та процесів, які відбуваються в піні, бо кінетика зміни дисперсності відображає швидкість внутрішнього руйнування у результаті коагуляції дифузії газу [114]. Як встановлено в літературному огляді, піна складається з багатьох газових пухирців, які розділені між собою тонкими рідкими плівками. За дослідженнями С. С. Воюцкого, В. К. Тихомирова, основними параметрами, які характеризують структуру піни, є форма та розмір газових пухирців у зазначеному об'ємі піни. Ця величина вченими характеризується як дисперсність. Одним з універсальних та достовірних методів визначення дисперсного складу піни (зефірної маси), на думку дослідників [115], є метод мікрофотографування.

Об'єктами досліджень були зефірні маси, виготовлені за традиційною рецептурою та з вмістом еламіну, еламіну та пюре журавлини, еламіну та пюре вітамінного комплексу (пюре малини, чорної смородини, агрусу, в рівних частках). Дослідження проводили за допомогою монокулярного мікроскопу CASIO при загальному збільшенні в 1000 разів і при використанні цифрової фотокамери. Приклад отриманих фотографій зображень на рис. 2.10, решта наведені в додатку А.

Мікрофотографії зефірних мас, виготовлених із додаванням еламіну, підтверджують утворення більш дрібнодисперсної структури піни та більш рівномірного розподілення пухирців повітря, порівнюючи з контрольним зразком (без еламіну).

Позитивний вплив еламіну на дисперсність зефірних мас можна пояснити, спираючись на рівняння Лапласа. Чим більшим є радіус пухирців, тим більший тиск на нього діє. Якщо поруч знаходяться два пухирці різного розміру, то газ під дією зміни тиску між ними переходить через плівку, яка їх розділяє, із меншого пухирця у більший.

У результаті більший пухирець зростає, а менший – зменшується, доки не зникне зовсім. Такий механізм розподілення дисперсної фази відбувається, доки піна не перетворюється на рідину.

Піни з дрібнодисперсною структурою відрізняються меншим складом рідкої фази та характеризуються високою стабільністю. У таких пінах окремі пухирці розділені тонкими розтягнутими пружними плівками, які в силу пружності та низки інших чинників запобігають коалесценції газових пухирців.



а

б

Рис. 2.10. Фотографії зефірної маси під мікроскопом:
а – контроль; б – з еламіном

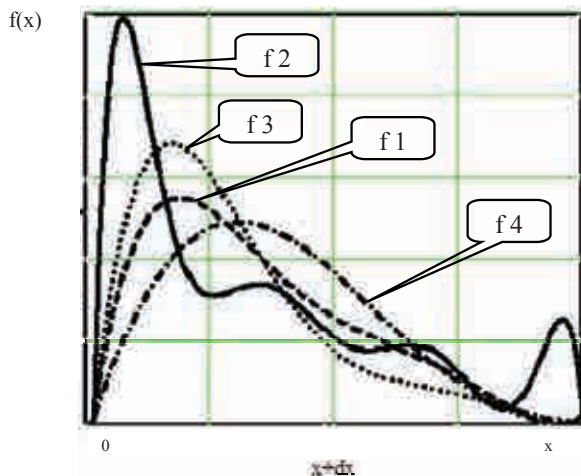


Рис. 2.11. Функція розподілення пухирчиків за радіусом: f_1 – контрольний зразок; f_2 – зразок з еламіном; f_3 – зразок із еламіном та пюре журавлини; f_4 – зразок з еламіном та пюре «вітамінного комплексу»

До одного з чинників впливу можна віднести здатність еламіну знижувати поверхневий натяг. Припускаємо, що молекули еламіну скупчуються на межі розділу фаз, адсорбуючись таким чином, що в результаті цієї адсорбції на поверхні пухирців виникає плівка з пружними властивостями, що запобігає руйнуванню піни. Ще одним із чинників, завдяки якому є можливим позитивний вплив еламіну на дисперсність зефірних мас, може бути здатність йодовміщуючої добавки зв'язувати вільну воду. Завдяки цій властивості добавки може підвищуватися в'язкість розчину, за наявності якої процес стікання рідини із плівок буде уповільнюватися. Це надасть ділянці плівки здатність до зворотного скорочення, яку Гіббс характеризує як еластичність.

Ідентифікація частинок еламіну та ягідних пюре допомогла при обробці даних, були проведені розрахунки за допомогою функції Maximize програми MathCAD. У результаті обробки даних побудовано гістограми (рис. 2.11), що мають назву «функції розподілення пухирців за радіусом».

Спостерігаємо, що зразок з еламіном та еламіном і пюре журавлини не розширює лінію розподілення пухирців за радіусом. Достатньо вузький пік зразків щодо контрольного вказує на більш рівномірну дисперсність зефірної маси. Зразок із вмістом пюре ягід «вітамінного комплексу» дещо розширює лінію розподілення пухирців за радіусом, але в процесі зберігання стабілізується та відповідає контрольному зразку. Фотографії зефірної маси під мікроскопом наведено в додатку А.

За отриманими функціями розподілення розраховано характерний радіус для кожного зразка. Значення характерного радіусу наведено в табл. 2.4.

Таблиця 2.4

Характерний радіус пухирчика для кожного зразка

№ з/п	Зразок	Середній радіус пухирця, 10 ⁻⁵ м		
		0	20	40
1	Контроль	2, 2	2,5	2,7
2	з еламіном	1,6	2,1	2,6
3	з еламіном та журавлиновим пюре	1,6	2,1	2,2
4	з еламіном та пюре «вітамінного комплексу»	1,1	2,1	2,6
Примітка. Похибка склала 2 %.				

Як свідчать дані табл. 2.5, зефірна маса з добавкою має більш дрібнодисперсний стан, а отже, є більш стійкою. Таким чином, доведено, що введення еламіну та його спільне використання з пюре журавлини та ягідними пюре «вітамінного комплексу» у співвідношенні 1:1 до яблучного пюре, окрім коригування органолептичних показників, стабілізує пінну структуру виробу.

2.5. Математичне моделювання рецептури зефіру з лікувально-профілактичним спрямуванням

Головним рецептурним компонентом зефіру, який істотно впливає на його структуру на всіх етапах виробництва, є яєчна сировина. Присутність еламіну під час збивання зефірної маси приводить до збільшення піноутворення. Спостерігається подібний ефект в присутності таких полісахаридів, як Н-карбоксиметилцелюлоза, а також полісахаридовмісної сировини, де автори рекомендують скорочення кількості яйцепродуктів на 20–40 % без зниження якості готової продукції. Такі дії призведуть до зменшення масової частки білка, як наслідок, – до зниження харчової цінності виробу, що суперечить меті нашої роботи.

З огляду на дослідження [116–117], в яких авторами вивчались емульгуюча, структуроутворююча властивість харчової добавки, та спираючись на наші попередні дослідження, було вирішено як рецептурні компоненти варіювання обрати агар, еламін та ягідні пюре (журавлине та пюре «вітамінного комплексу»).

Для забезпечення оптимізації параметрів технологічного процесу застосували метод експериментально-статистичного моделювання (ЕСМ). Для цього використовували плани експерименту із взаємозалежними змінними. При постановці та реалізації експерименту використовували Д-оптимальний план для повних поліномів другого ступеня, вибраний з каталогу послідовно генерованих планів за редакцією І. Н. Вучкова.

Для досягнення певного рівня органолептичних та фізико-хімічних показників якості продукції необхідно було встановити оптимальне співвідношення компонентів рецептури та добавки, що рекомендується.

Попередніми дослідженнями встановлено раціональний діапазон концентрацій еламіну: 0,6–1,2 %. У цьому діапазоні було проведено експеримент. Як критерії були взяті органолептичні

та фізико-хімічні властивості зефіру щодо діючого ДСТУ ГОСТ 6441 – 2003 «Вироби кондитерські пастильні».

На першому етапі досліджень здійснено перехід до кодованих чисел, розроблено та реалізовано системні графіки плану для добавок агару, еламіну та яблучного пюре, у якого кожна величина набувала значення (табл. 2.5).

Таблиця 2.5

Матриця планування експерименту

№ з/п експ.	Рівень чинників у кодованому вигляді		
	X	Y	Z
1	1	0	0
2	0	1	0
3	0	0	1
4	½	½	0
5	0	½	½
6	½	0	½
Примітки. X - кількість агару, Y - кількість еламіну, Z - кількість пюре; 1 - max значення чинника варіювання; 0 - min значення чинника варіювання; ½ - середнє значення чинника варіювання.			

У ході проведення експериментів дотримувались умови:

$$X + Y + Z = 100 \%.$$

Під час проведення органолептичних досліджень вироби тестували за такими показниками, як смак, запах, колір, консистенція, поверхня. Дослідження органолептичних показників передбачає визначення якості продукту за допомогою органів чуттів – нюхових, смакових, зорових, що є досить суб'єктивним та вимагає високої кваліфікації дегустаторів. Нами було проведено відкриту дегустацію на кондитерському приватному підприємстві «ТРАНСТЕХМЕТ», на якій були присутні представники ХДУХТ. У роботі комісії брали участь кваліфіковані фахівці, обізнані в технології виробництва, а також з правилами дегустації. Вироби оцінювалися за словесною та бальною системами дегустаційних оцінок (додаток Б, В; табл. 2.8 та 2.9). Під час прове-

дення фізико-хімічних досліджень виробу тестували за такими показниками, як масова частка вологи (ГОСТ 4910), щільність (ГОСТ 5902), загальна кислотність (ГОСТ 5898), масова частка редукуючих речовини (ГОСТ 5059) (табл. 2.8).

Таблиця 2.6

Органолептичні показники якості зефіру з еламіном за різного варіювання рецептурних компонентів

№ з/п експ.	Співвідношення X : Y : Z	Смак та запах	Консистенція	Колір	Поверхня
1	1:0:0	Кислувато-солодкий, сторонній запах відсутній	Туга, з затвердіннями на бокових гранях	Білий	Рифлений рисунок з чітким обрисом
2	0:1:0	Кислувато-солодкий, з легким присмаком еламіну	Тягуча, мокра в середині	Зеленуватий	Рифлений рисунок з чітким обрисом
3	0:0:1	Кислувато-солодкий, зумовлений наявністю поре, без стронього запаху	М'яка, легко піддається розлому, рівномірна дрібнопориста	Біло-кремовий	Рифлений рисунок з чітким обрисом
4	1/2 ; 1/2; 0	Приємний, відповідний даному продукту	М'яка, пишна піддається розлому, рівномірна дрібнопориста	Білий, властивий даному виробу	З рифленим рисунком, чітким обрисом
5	0:1/2:1/2	Приємний відповідний даному продукту	М'яка, затяжиста рівномірна дрібнопориста	Білий, властивий даному виробу	З рифленим рисунком, чітким обрисом
6	1/2:0:1/2	Приємний, відповідний даному продукту	М'яка, дрібнопориста	Білий, властивий даному виробу	З рифленим рисунком, чітким обрисом

Таблиця 2.7

**Комплексний показник якості органолептичних
показників зефіру із еламіном
за різного варіювання рецептурних компонентів**

№ з/п експ	Коефіцієнт вагомості Співвід-ня X:Y:Z	Шкала оцінювання в балах					Комплекс- ний показник якості
		0,3	0,2	0,2	0,2	0,1	
		Смак та запах	Колір	Консис- тенція	Структу- ра	Поверхня	
1	1:0:0	5	5	2	3	2	0,74
2	0:1:0	4	3	3	2	3	0,50
3	0:0:1	5	4	5	4	5	0,92
4	1/2:1/2:0	5	4	5	5	5	0,96
5	0:1/2:1/2	5	5	4	4	4	0,90
6	1/2:0:1/2	4	5	4	4	5	0,86

Таблиця 2.8

**Фізико-хімічні показники якості зефіру з еламіном
за різного варіювання рецептурних компонентів**

№ з/п експ	Співвідношення	Масова част. вологи, %	Щільність, г/см ³	Кислотність, град.	Редукуючі речовини, %
	X:Y:Z				
	ДСТУ ГОСТ 6441-03	-	не більше 0,6	не менше 0,5	7,0...14,0
1	1:0:0	16,9±0,5	0,50±0,03	0,50±0,01	10,0±0,1
2	0:1:0	18,5±0,2	0,80±0,03	0,50±0,02	10,0±0,1
3	0:0:1	16,9±0,5	0,50±0,02	0,70±0,02	11,0±0,1
4	1/2:1/2:0	18,2±0,3	0,52±0,02	0,50±0,02	10,0±0,1
5	0:1/2:1/2	18,2±0,2	0,52±0,01	0,60±0,02	10,5±0,1
6	1/2:0:1/2	16,9±0,3	0,50±0,01	0,60±0,01	10,5±0,1

З проведеного експерименту можна зробити висновки, що найбільш раціональне співвідношення компонентів у досліді № 4, де X (агар) та Y (еламін) присвоєно середнє значення чиннику варіювання (1/2), а Z (пюре) – мінімальне значення (0). За цим співвідношенням компонентів досягається максимальне значення комплексного органолептичного показника якості зефіру – 0,96.

За фізико-хімічними показниками не відповідає вимогам ДСТУ ГОСТ 6441 – 2003 зразок досліді № 2, де X (агар) та Z (пюре) присвоєне мінімальне значення, а Y (еламін) – максимальне. Цей виріб не відповідає за показником «щільність», який

сягає $0,8 \text{ г/см}^3$ за регламентованого $0,6 \text{ г/см}^3$, а також має збільшену масову частку води $18,5 \%$ порівняно з іншими зразками ($16,9\text{--}18,2 \%$). За фізико-хімічними показниками зразок досліджу № 2 можна класифікувати як пастилу. Припускаємо, що еламін за максимального чинника варіювання здатен впливати на масову частку води в бік збільшення і, як наслідок, – на збільшення щільності.

За показником «кислотність» усі дослідні зразки відповідають діючій нормативній документації та мають не менше $0,5$ градусів. Еламін має нейтральне рН середовище, тому не може значно впливати на показник кислотності, розбіжності показника у зразках можна пояснити різним вмістом пюре. Різна концентрація пюре впливає і на вміст редуруючих речовин, оскільки йодовміщуюча добавка не може впливати на цей показник, бо не є додатковим джерелом цукрів. Усі дослідні зразки знаходяться у регламентованому ДСТУ ГОСТ 6441 – 2003 на «Вироби кондитерські пастильні» діапазоні $7\text{--}14 \%$.

З метою вирішення поставленого завдання, встановлення оптимального співвідношення компонентів рецептури та добавки, що рекомендується, було проведено математичне моделювання впливу добавок на фізико-хімічні та органолептичні показники якості зефіру (додаток Ж 1).

За показники якості було обрано такі величини: Z_1 – масова частка води; Z_2 – щільність; Z_3 – кислотність; Z_4 – редуруючі речовини.

Після реалізації експерименту здійснювали статистичне оброблення результатів, що полягало в отриманні коефіцієнтів для кожного показника якості.

$$Z_1(X, Y) = 15,8 - 2,2x - 5,8y + 2,4xy + 3,2x^2 + 12y^2;$$

$$Z_2(X, Y) = 0,6 - 0,4x - 0,6y - 0,4xy + 0,4x^2 + 0,8y^2;$$

$$Z_3(X, Y) = 0,9 - 0,2x - 0,2y + 0,8xy;$$

$$Z_4(X, Y) = 8,4 + 1,8y - 3,6xy - 0,4x^2 - 2,8y^2.$$

Наведені співвідношення дають можливість оцінити вплив компонентів, що досліджуються, на фізико-хімічні показники зефіру.

Наступним завданням, яке необхідно вирішити, є встановлення оптимального складу компонентів зефіру з метою дослідження максимального значення показників якості.

З використанням попереднього плану було проведено дослідження впливу складових речовин (агару, еламіну, пюре) на величину комплексного органолептичного показника.

Після обробки експериментальних даних було знайдено таке рівняння, що пов'язує показник якості зефіру з компонентами, що досліджувались. Рівняння має такий вигляд:

$$q_1(X, Y) = 0,92 - 0,06x + 0,34y + 0,48xy - 0,12x^2 - 0,76y^2. \quad (2.1)$$

Приймаючи вираз (4.1) як функцію якості, було визначено величини X та Y , за яких $q_1(X, Y)$ має максимальне значення.

Розрахунки проводилися за допомогою функції Maximize програми MathCAD. У результаті розрахунків визначено такі величини складових зефіру (табл. 2.9).

Таблиця 2.9

**Оптимальний склад компонентів варіювання зефіру
з еламіном**

№ з/п	Компоненти варіювання	Дозування до маси виробу		
		У кодованих значеннях	У сухих речовинах, г/кг	У натурі, г/кг
1	Агар (X)	0,54	4,46	5,25
2	Еламін (Y)	0,39	0,80	0,85
3	Пюре (Z)	0,07	32,75	327,50
Примітка. Розрахунковий вміст йоду, мкг/100 г				127,50
Показник якості за даним співвідношенням рецептурних компонентів 0,97				

За таким співвідношенням рецептурних компонентів (а саме: агару – 5,25 г/кг, еламіну – 0,85 г/кг та пюре яблук – 327,50 г/кг) досягається максимальне значення показника якості – 0,97.

За показником «масова частка води» (Z_1) зефір із знайденими за допомогою математичного моделювання рецептурними співвідношеннями повинен відповідати 17 %; за показником «щільність» (Z_2) – 0,5 г/см³; за показником «загальна кислотність» (Z_3) – 0,6 град; за показником «редукуючі речовини» (Z_4) – 10 %. Отримані величини якості за фізико-хімічними показниками відповідають вимогам «Вироби кондитерські пастильні», ДСТУ ГОСТ 6441 – 2003.

Розрахунковий вміст йоду проводили, спираючись на дані виробника еламіну («Завод молочної кислоти»).

За хімічним складом сухий концентрат еламіну в 100 г сухої маси містить 150–300 мг йоду. Беручи нижню границю за точку розрахунку (150 мг), проведено розрахунковий вміст йоду в 100 г зефіру.

За розробленою рецептурою оптимальна кількість йодовміщуючої добавки у зефірі становить 0,85 г.

Отже:

$$\begin{array}{rcl} 100 \text{ г еламіну} & - & 150 \text{ мг йоду;} \\ 0,85 \text{ г еламіну} & - & x. \end{array}$$

Відповідно, $x = 1,275$ мг, або 127,5 мкг.

Тобто 100 г зефіру містить 0,85 г еламіну, який містить 127,5 мкг йоду. Така кількість мікроелемента на 85 % задовольняє потреби здорової людини в йоді при вживанні 100 г виробу на добу, але, враховуючи нестабільність мікроелемента, для більш точного аналізу слід провести дослідження втрат йоду під час технологічного процесу та в процесі зберігання.

Розробка рецептури та технологічної схеми нового виду зефіру «Морський бриз»

На основі викладених вище результатів досліджень розроблено рецептуру та технологічну схему виробництва зефіру з концентратом еламіну.

Таблиця 2.10

Рецептура зефіру з еламіном «Морський бриз»

Сировина	Масова частка СР, %	Кількість сировини на 1 т зефіру, кг	
		у натурі	у сухих речовинах
Цукор-пісок	99,85	670,16	669,15
Цукрова пудра	99,85	29,75	29,70
Агар	85	5,25	4,46
Патока крохмальна	78	138,76	108,23
Пюре яблучне	10	327,50	32,75
Білок курячого яйця	12	64,67	7,76
Кислота лимонна	40	6,73	2,69
Еламін	95	0,85	0,80
РАЗОМ		1243,67	855,54
ВИХІД		1000,00	830,00

Підготовка сировини до виробництва здійснюється відповідно до технологічної інструкції з виробництва зефіру. Сиро-

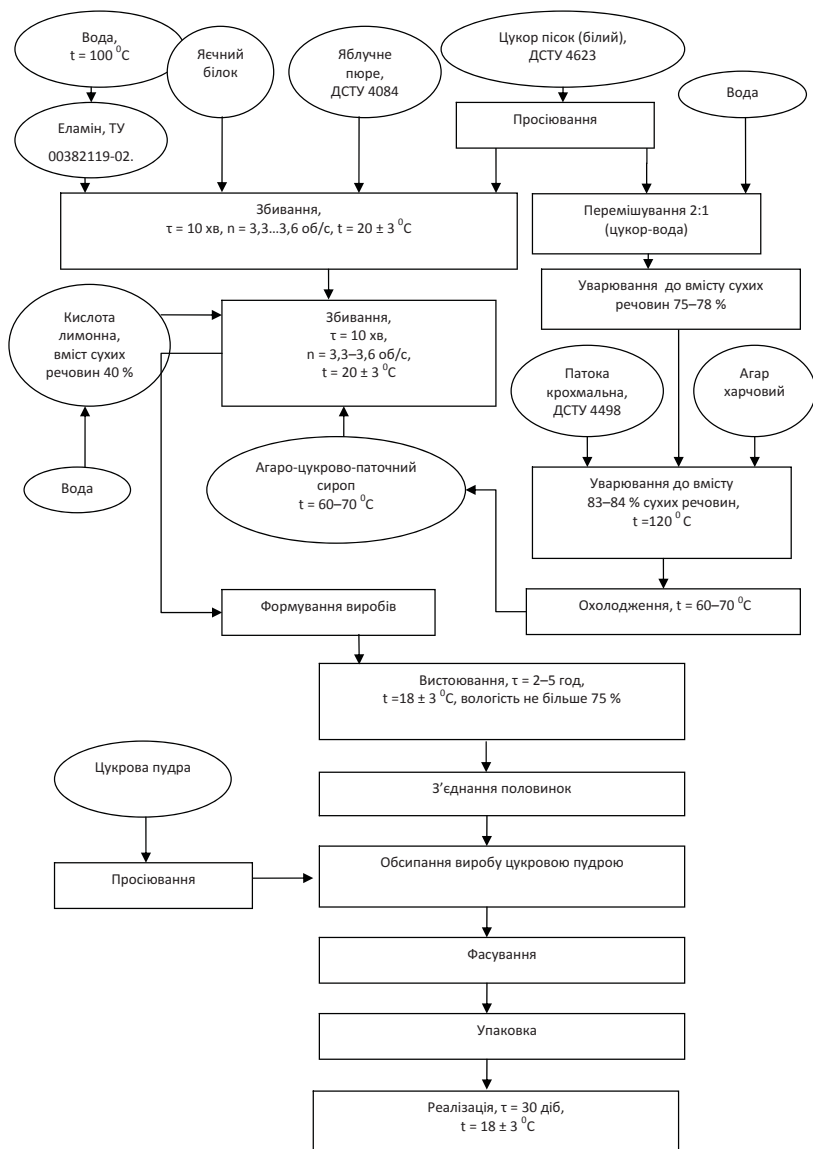


Рис. 2.12. Технологічна схема виробництва зефіру «Морський бриз»

вина і матеріали, що використовують для виробництва зефіру, повинні відповідати вимогам діючої нормативної документації: цукор-пісок (білий) згідно з ДСТУ 4623, цукрова пудра згідно з ДСТУ 4623, агар харчовий згідно з ГОСТ 16280, патока крохмальна згідно з ДСТУ 4498, яблучне пюре згідно з ДСТУ 4084, яйця курячі харчові згідно з ДСТУ 5028, кислота лимонна згідно з ДСТУ ГОСТ 9080, концентрат еламіну за ТУ У 00382119-02.

Під час виробництва зефіру використовують сировину, що за показниками безпеки повинна відповідати вимогам МБТ і СН № 5061, ГН 6.6.1.1.-130, СанПін 8.8.1.2.3.4.-000. Вода повинна відповідати вимогам СанПін 2.2.4-171-10.

Вихідний контроль якості сировини та матеріалів, що надходять на виробництво зефіру, повинен здійснюватися за кожної партії відповідно до ГОСТ 24297. Масова частка цукрової пудри (глазури) повинна бути відповідною до розрахункового вмісту за рецептурою та допустимих відхиленнь від розрахункового $\pm 2,0$ %. Розроблена рецептура не передбачає суттєвих змін якісних характеристик готового виробу.

Технологічна схема виробництва зефіру з еламіну зводиться до отримання агаро-цукрово-паточного сиропу. Цукор змішують з водою в співвідношенні 2:1, уварюють до вмісту сухих речовин 75–78 %, вводять агар і патоку. Агаро-цукрово-паточний сироп, який досяг концентрації сухих речовин 83–84 %, охолоджують до температури 60–70 °С. Яблучне пюре, яєчний білок, розчин еламіну з'єднують з цукром та збивають протягом 10 хвилин. Після чого у збиту масу вводять розчин лимонної кислоти та збивають протягом 10 хвилин. Після закінчення збивання вводять агаро-цукрово-паточний сироп. Потім масу формують та залишають в цеху на 2–5 годин для структуроутворення. Готові половинки з'єднують, обсипають цукровою пудрою, фасують пакують та зберігають протягом 30 днів за температури 18 ± 3 °С і відносної вологості повітря не більше 75 %.

Зефір транспортують усіма видами транспорту за температури відповідно до правил перевезень харчових продуктів.

Розробка рецептури та технологічної схеми нового виду зефіру «Клюковка»

З метою розширення асортименту та можливого збільшення концентрації йодовмісної добавки під час виготовлення зе-

фіру, беручи до уваги дослідження та встановлені концентрації, доцільним є використання як рецептурного компонента пюре ягід.

Нами було вирішено, що для надання готовим виробам естетичних характеристик (рожевого кольору), структуроутворюючих характеристик (збитої консистенції) та можливого підвищення біологічної цінності як рецептурний компонент слід обрати пюре журавлини.

Для дослідження впливу рецептурних компонентів та оптимізації параметрів процесу виробництва застосували метод експериментально-статистичного моделювання (ЕСМ). Досліди проводили, використовуючи матрицю планування експерименту: за X – прийнято кількість агару; за Y – кількість еламіну; за Z – кількість пюре яблучного з журавлиновим у співвідношенні 1:1. Дані концентрації показника варіювання Z обґрунтовані у наведених вище дослідженнях, де встановлено раціональне співвідношення журавлиного пюре. За критерії були взяті органолептичні та фізико-хімічні властивості зефіру щодо діючого ДСТУ ГОСТ 6441 – 2003 на «ВКП».

Результати комплексного показника якості органолептичних показників зефіру з еламіном та пюре журавлини за різного варіювання компонентів наведено в табл. 2.11. Вироби оцінювалися за бальною системою дегустаційних оцінок (додаток Е).

З проведеного експерименту можна зробити висновок, що для пошуку оптимальних концентрацій за різного варіювання компонентів можуть бути рецептури з такими співвідношенням компонентів, які наведені в експерименті № 3 (0:0:1) та № 5 (0:1/2:1/2). Для більш детальнішого аналізу проведено фізико-хімічні дослідження цих зразків (табл. 2.12). Фізико-хімічні показники визначали за метрологічними методиками.

З експерименту можна зробити висновок, що всі зразки, окрім зразка № 2, який виготовлений за рецептурою при співвідношенні, де X (агар) та Z (пюре) присвоєно мінімальне значення чинника варіювання (0), а Y (еламін) – максимальне значення (1), відповідають вимогам діючої нормативної документації на пастильні вироби.

Даний зразок (№ 2) не відповідає вимогам ДСТУ ГОСТ за показником «щільність» та становить $0,8 \text{ г/см}^3$ за регламентованого не більше $0,6 \text{ г/см}^3$.

Таблиця 2.11

Комплексний показник якості органолептичних показників зефіру з еламіном та пюре журавлини за різного варіювання рецептурних компонентів

№ з/п експ	Коефіцієнт вагомості X:Y:Z	Шкала оцінювання в балах					Комплексний показник якості
		0,3	0,2	0,2	0,2	0,1	
		Смак та запах	Колір	Консистенція	Структура	Поверхня	
1	1:0:0	3	5	4	4	4	0,78
2	0:1:0	5	5	2	3	2	0,74
3	0:0:1	5	5	4	4	5	0,92
4	1/2:1/2:0	5	5	4	4	4	0,90
5	0:1/2:1/2	5	5	4	4	5	0,92
6	1/2:0:1/2	5	5	4	4	4	0,90

Таблиця 2.12

Фізико-хімічні показники якості зефіру з еламіном та пюре журавлини за різного варіювання рецептурних компонентів

№ з/п експ.	Співвідношення X:Y:Z	Масова част. вологи, %	Щільність, г/см ³	Кислотність, град.	Редукуючі речовини, %
	ДСТУ ГОСТ 6441-03	-	не більше 0,6	не менше 0,5	7,0...14,0
1	1:0:0	17,2±0,3	0,50±0,03	0,50±0,01	10,0±0,1
2	0:1:0	18,2±0,3	0,80±0,03	0,50±0,02	10,0±0,3
3	0:0:1	17,2±0,3	0,50±0,02	0,80±0,02	11,5±0,1
4	1/2:1/2:0	17,9±0,1	0,52±0,01	0,50±0,02	10,0±0,3
5	0:1/2:1/2	17,9±0,2	0,52±0,01	0,70±0,02	10,5±0,3
6	1/2:0:1/2	17,2±0,2	0,50±0,02	0,70±0,01	10,5±0,3

Наступним етапом нашої роботи було проведення математичної обробки отриманих даних за допомогою експериментально статистичного модулювання. Результати комп'ютерної обробки наведені в додатку Е2.

За показники якості було обрано величини: масову частку вологи, щільність, загальну кислотність, масову частку редукуючих речовин, присвоєно значення, відповідно, Z_1 ; Z_2 ; Z_3 ; Z_4 . У результаті обробки експериментальних даних були знайдені такі співвідношення для кожного показника якості:

$$Z_1(X, Y) = 17,5 - 5,5x + 2y + 5,2xy + 3x^2 + 1,6y^2;$$

$$Z_2(X, Y) = 0,6 - 0,3x - 0,4y + 0,4xy + 0,2x^2 + 0,4y^2;$$

$$Z_3(X, Y) = 0,9 - 0,2x - 0,2y;$$

$$Z_4(X, Y) = 8,1 - 2,4x - 1,3y + 3,3xy + 1,6x^2 + 0,6y^2.$$

Для встановлення оптимального складу компонентів зефіру з метою дослідження максимального значення показників якості з використанням попереднього плану було проведено дослідження впливу складових речовин (агару, еламіну, яблучного та журавлиного пюре) на величину комплексного органолептичного показника.

Після обробки експериментальних даних було знайдено таке рівняння, що пов'язує показники якості зефіру з компонентами, що досліджувались:

$$q_1(X, Y) = 0,84 + 0,34x + 0,24y - 0,32xy - 0,44x^2 - 0,16y^2. \quad (2.2)$$

Приймаючи вираз (4.2) як функцію якості, було визначено величини X та Y , за яких $q_1(X, Y)$ має максимальне значення. Визначені такі величини складових зефіру (табл. 2.13).

Таблиця 2.13

**Оптимальний склад компонентів варіювання зефіру
з еламіном та пюре журавлини**

№ з/п	Компоненти варіювання	Дозування до маси виробу		
		У кодованих значеннях	У сухих речовинах, г/кг	У натурі, г/кг
1	Агар (X)	0,07	1,07	1,25
2	Еламін (Y)	0,56	0,91	0,96
3	Яблучне та журавлинове пюре (1:1), (Z)	0,74	36,20	360,20
Примітка. Розрахунковий вміст йоду, мкг/100 г				144,00
Показник якості за даним співвідношенням рецептурних компонентів 0,93				

За розробленою рецептурою оптимальна кількість йодовміщуючої добавки у зефірі становить 0,96 г.

Отже:

$$\begin{aligned} 100 \text{ г еламіну} & - 150 \text{ мг йоду;} \\ 0,96 \text{ г еламіну} & - x. \end{aligned}$$

Відповідно, $x = 1,44$ мг, або 144,00 мкг.

Тобто 100 г зефіру містить 0,96 г еламіну, який містить 144 мкг йоду. Така кількість мікроелемента на 96 % задовольняє потреби здорової дорослої людини та на 48 % дітей шкільного віку при вживанні 100 г виробу на добу.

За таких співвідношень компонентів існують варіювання: агару – 1,25 г/кг, еламіну – 0,96 г/кг та пюре (яблучне та журавлине у співвідношенні 1:1) – 360,20 г/кг. За показником «вологість» (Z_1) зефір із знайденими за допомогою математичного моделювання рецептурними співвідношеннями повинен відповідати 17 %, за показником «щільність» (Z_2) – 0,5 г/см³, за показником «загальна кислотність» (Z_3) – 0,7 град, за показником «редукуючі речовини» (Z_4) – 10,3 %. Подальша перевірка знайденої рецептури на фізико-хімічні показники зефіру показала, що вони знаходяться у межах допустимих значень та відповідають вимогам на «Вироби кондитерські пастильні» (ДСТУ ГОСТ 6441 – 2003).

Таблиця 2.14

**Рецептура зефіру з еламіном та пюре журавлини,
зефір «Клюковка»**

Сировина	Масова частка СР, %	Кількість сировини на 1 т зефіру, кг	
		У натурі	У сухих речовинах
Цукор-пісок	99,85	670,16	669,15
Цукрова пудра	99,85	29,75	29,70
Агар	85	1,25	1,07
Патока крохмальна	78	138,76	108,23
Пюре яблучне	10	180,10	18,01
Пюре журавлини	10	180,10	18,01
Білок курячого яйця	12	64,67	7,76
Кислота лимонна	40	6,73	2,69
Еламін	95	0,96	0,91
РАЗОМ		1272,48	855,53
ВИХІД		1000,00	830,00

За знайденими співвідношеннями рецептурних компонентів за допомогою математичного моделювання досягається максимальне значення показника якості 0,93. Під час проведення дослідів максимальне значення було 0,92. Таким чином, шляхом математичної обробки за допомогою експериментально статистичного моделювання була знайдена рецептура, що дає можливість отримати показник якості більший, ніж під час про-

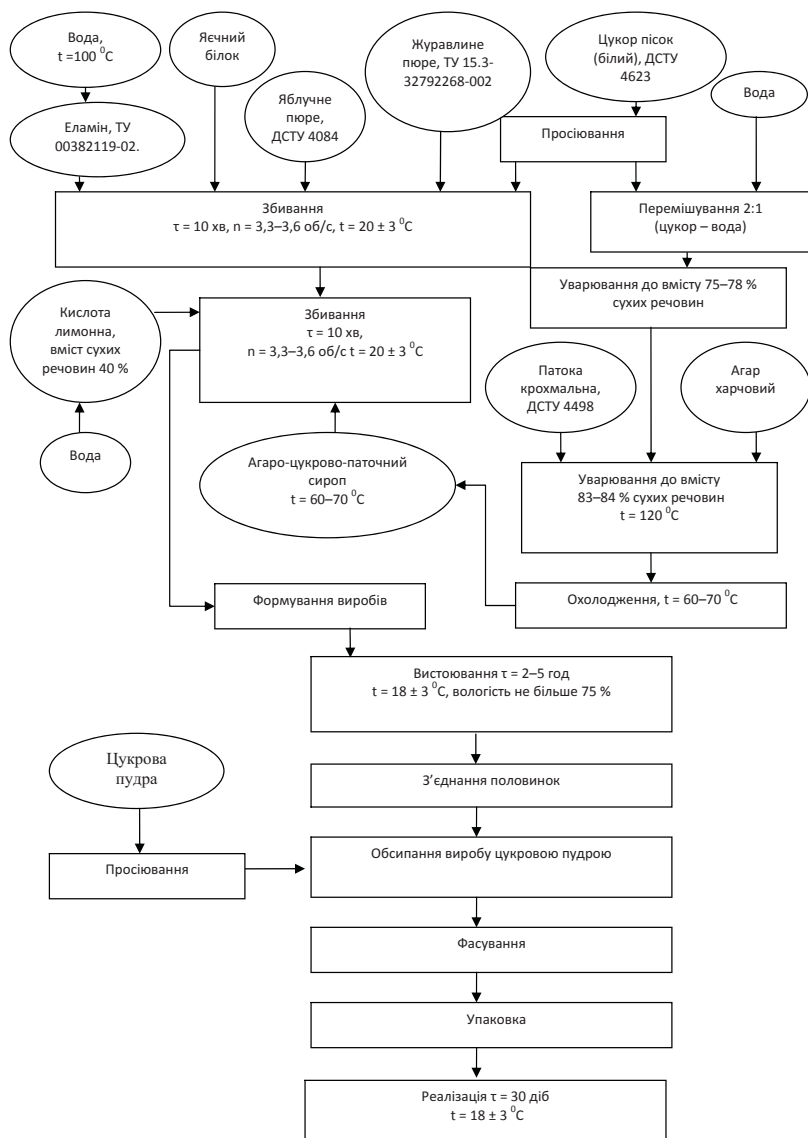


Рис. 2.13. Технологічна схема виробництва зефіру «Клюковка»

ведення експериментів. За підсумком експериментальних досліджень розроблено рецептуру (табл. 2.14) та технологічну схему виробництва зефіру з еламіну та пюре журавлини (рис. 2.13).

Сировина і матеріали, що використовують для виробництва зефіру, повинні відповідати вимогам нормативної документації.

Розробка рецептури та технологічної схеми нового виду зефіру «Вітамінний»

Розширити асортимент йодовміщуючої продукції можна завдяки використанню пюре ягід «вітамінного комплексу»: малини, чорної смородини та агрусу. У попередніх дослідженнях та з літературного аналізу (Розділ 1) встановлено, що композиція ягідного пюре у рівних частках (6,3–6,5 %) загальною масою 19–19,5 % до маси виробу при концентрації сухих речовин 10 % надає зефірній масі привабливого рожевого кольору, ніжної пухкої консистенції та є носієм вітаміну С. Беручи до уваги попередні дослідження та встановлені концентрації, очевидно, що перспективним є спільне використання еламіну та ягідних пюре «вітамінного комплексу».

Для дослідження впливу рецептурних компонентів та забезпечення оптимізації параметрів технологічного процесу застосували метод експериментально-статистичного моделювання.

Вивчення впливу добавок досліджувалося за допомогою матриці планування експерименту, за показник варіювання X прийнято кількість агару, за показник варіювання Y – кількість еламіну, за показник Z – кількість пюре яблучного та пюре «вітамінного комплексу» у співвідношенні 1:1.

Результати комплексного показника якості органолептичних показників зефіру з еламіном та пюре ягід «вітамінного комплексу» за різного варіювання компонентів наведені в табл. 2.15. Вироби оцінювали за бальною системою дегустаційних оцінок (додаток Е).

З експерименту можна зробити висновки, що найбільш раціональним є співвідношення компонентів у дослідному зразку № 5, де X (агару) та Y (еламіну) надано середнє значення чинника варіювання ($1/2$), а Z (яблучне пюре та пюре ягід «вітамінного комплексу») – мінімальне значення (0).

За даним співвідношенням компонентів досягається максимальне значення комплексного органолептичного показника якості зефіру – 0,96.

Проведено фізико-хімічні дослідження якості зефіру з еламіном та пюре «вітамінного комплексу» за різного варіювання рецептурних компонентів (табл. 2.16).

Таблиця 2.15

Комплексний показник якості органолептичних показників зефіру з еламіном та пюре ягід малини, чорної смородини, агрусу за різного варіювання рецептурних компонентів

№ з/п експ.	Коефіцієнт вагомості X:Y:Z	Шкала оцінювання в балах					Комплексний показник якості
		0,3	0,2	0,2	0,2	0,1	
		Смак та запах	Колір	Консистенція	Структура	Поверхня	
1	1:0:0	5	5	2	3	2	0,74
2	0:1:0	5	5	4	4	5	0,92
3	0:0:1	4	5	4	4	4	0,84
4	1/2:1/2:0	5	5	4	4	4	0,90
5	0:1/2:1/2	5	5	5	4	5	0,96
6	1/2:0:1/2	5	5	4	4	4	0,90

Таблиця 2.16

Фізико-хімічні показники якості зефіру з еламіном та пюре «вітамінного комплексу» за різного варіювання рецептурних компонентів

№ з/п експ.	Співвідношення X:Y:Z	Масова част.	Щільність,	Кислотність,	Редукуючі
		вологи, %	г/см ³	град.	речовини, %
		ДСТУ ГОСТ 6441-03	не більше 0,6	не менше 0,5	7,0...14,0
1	1:0:0	17,2±0,3	0,50±0,03	0,50±0,01	10,0±0,1
2	0:1:0	18,3±0,2	0,80±0,03	0,50±0,02	10,0±0,2
3	0:0:1	17,2±0,3	0,50±0,02	0,70±0,02	11,0±0,1
4	1/2:1/2:0	17,9±0,2	0,52±0,02	0,50±0,02	10,0±0,2
5	0:1/2:1/2	17,9±0,1	0,52±0,01	0,60±0,02	10,5±0,1
6	1/2:0:1/2	17,2±0,3	0,50±0,01	0,60±0,01	10,5±0,1

Дослідний зразок № 2 за показником «щільність» не відповідає регламентований в НД нормі, така тенденція спостерігається під час проведення попередніх експериментів. Припускаємо, що еламін за максимального чинника варіювання здатен впливати на масову частку води у бік збільшення, а як наслідок, і збільшення щільності.

Проведено математичне моделювання впливу добавок на фізико-хімічні, та органолептичні показники якості зефіру, за показники якості було обрано величини: Z_1 – вологість; Z_2 – щільність; Z_3 кислотність; Z_4 – редукуючі речовини.

У результаті обробки експериментальних даних було знайдено такі співвідношення для кожного показника якості:

$$Z_1(X, Y) = 2,9x + 0,2y + 2,4xy + 0,6x^2 + 16;$$

$$Z_2(X, Y) = 0,5 - 0,1y + 0,2y^2;$$

$$Z_3(X, Y) = 0,9 - 0,2x - 0,2y;$$

$$Z_4(X, Y) = 8,6 - 1,1x - 1,6y - 0,2x^2 + 0,4y^2.$$

Після обробки експериментальних даних було знайдено таке рівняння, що пов'язує показник якості зефіру з компонентами, що досліджувались.

Рівняння має вигляд:

$$q_1(X, Y) = 0,84 + 0,34x + 0,4y - 0,48 - 0,44x^2 - 0,32y^2. \quad (2.3)$$

Беручи вираз (2.3) як функцію якості, було визначено величини X та Y за яких $q_1(X, Y)$ має максимальне значення.

Розрахунки проводилися за допомогою функції Maximize програми MathCAD (додаток Д.3). У результаті розрахунків визначено такі величини складових зефіру (табл. 2.17).

Таблиця 2.17

Оптимальний склад компонентів варіювання зефіру з еламіном та пюре ягід вітамінного комплексу

№ п/з	Компоненти варіювання	Дозування до маси виробу		
		у кодованих значеннях	у сухих речовинах, г/кг	у натурі, г/кг
1	Агар (X)	0,07	1,07	1,25
2	Еламін (Y)	0,56	0,91	0,96
3	Яблучне пюре з пюре «вітамінного комплексу» (1:1), (Z)	0,74	36,20	360,20
Примітка. Розрахунковий вміст йоду, мкг/100 г				144,00
Показник якості за даним співвідношенням рецептурних компонентів 0,96				

При такому співвідношенні рецептурних компонентів (а саме: агару – 1,25 г/кг, еламіну – 0,96 г/кг, яблучного пюре та

пюре «вітамінного комплексу» (1:1) – 360,20 г/кг) максимальне значення показника якості сягає 0,96.

Розраховано вміст йоду в 100 г зефіру відповідно до оптимальної кількості йодовміщуючої добавки.

У результаті математичної обробки концентрація еламіну становить 0,96 г/гк.

Отже,

$$\begin{array}{rcl} 100 \text{ г еламіну} & - & 150 \text{ мг йоду;} \\ 0,96 \text{ г еламіна} & - & x. \end{array}$$

Відповідно, x дорівнює 1,44 мг (або 144,00 мкг). Тобто 100 г зефіру містить 0,96 г еламіну, який містить 144 мкг йоду. Така кількість мікроелементу на 96 % задовольняє потреби здорової людини в йоді при вживанні рекомендованої добової кількості виробу.

Наступним етапом нашої роботи була розробка рецептури (табл. 2.18) та технологічної схеми виробництва зефіру з еламіну та пюре «вітамінного комплексу» (рис. 2.14).

Таблиця 2.18

Рецептура зефіру з еламіном та пюре «вітамінного комплексу, зефір «Вітамінний»

Сировина	Масова частка СР, %	Кількість сировини на 1 т зефіру, кг	
		У натурі	У сухих речовинах
Цукор-пісок	99,85	670,16	669,15
Цукрова пудра	99,85	29,75	29,70
Агар	85	1,25	1,07
Патока крохмальна	78	138,76	108,23
Пюре яблучне	10	180,10	18,01
Пюре малини	10	60,03	6,00
Пюре ч.смородини	10	60,03	6,00
Пюре агрусу	10	60,03	6,00
Білок курячого яйця	12	64,67	7,76
Кислота лимонна	40	6,73	2,69
Еламін	95	0,96	0,91
РАЗОМ		1272,47	855,52
ВИХІД		1000,00	830,00

Розроблена рецептура та технологічна схема виробництва зефіру з еламіну не передбачає суттєвих змін якісних характе-

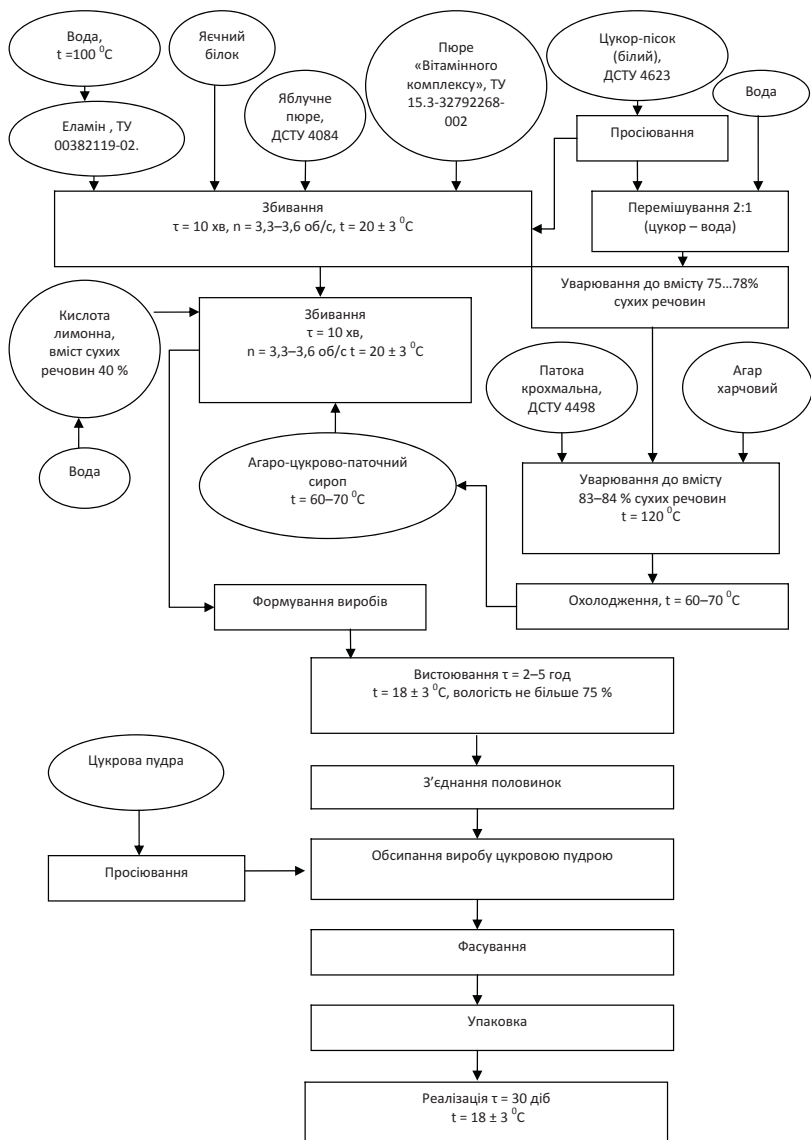


Рис. 2.14. Технологічна схема виробництва зефіру «Вітамінний»

ристик готового виробу. Спостерігається покращення структури поряд з можливою лікувально-профілактичною дією, для обґрунтування якої необхідно визначити втрати йоду під час технологічного процесу та в процесі зберігання.

2.6. Визначення ступеня збереження йоду в зефірі з еламіном

Успіх фортифікації продукту йодом значною мірою залежить від ступеня збереження йоду під час процесу виготовлення виробів.

У дослідженнях [118–119] встановлено, що втрати йоду в еламіні спостерігаються у разі підвищення температури.

Максимальна температура під час виготовлення зефіру становить 70 °C під час введення агаро-цукрово-паточного сиропу. Тому для визначення ступеня збереження йоду під час процесу виробництва було вирішено дослідити ступінь збереження йоду в зефірних масах до введення агаро-цукрово-паточного сиропу та після нього.

Для визначення масової частки йоду використовували титрометричний, колориметричний та інверсійно-вольтамперометричний методи.

Наш досвід використання титрометричного та колориметричного методів для визначення масової частки йоду в об'єктах дослідження методів є негативним. Одержані дані свідчать, що при використанні титрометричних методів розмір розбіжності між паралельними визначеннями перевищує 30 %, а застосовувати колориметричні методи визначення слід лише для об'єктів із високим вмістом йоду. Тому в подальших дослідженнях для визначення вмісту та ступеня збереження йоду в зефірі використовували інверсійно-вольтамперометричний метод із застосуванням аналізатора «АВА-2». Основними перевагами цього методу є висока чутливість і відтворюваність результатів.

Дослідження проводилися на базі «Інституту екогігієни і токсикології імені Л. В. Медведя».

Інверсійно-вольтамперометричний метод визначення йоду ґрунтується на здатності йодид-іонів накопичуватися на поверхні електрода у вигляді малорозчинної сполуки із ртуттю при певному потенціалі з подальшим відновленням осаду при

зміні потенціалу. Аналітичним сигналом є величина катодного піку при потенціалі 250 мВ, який є пропорційним концентрації йодиду в пробі. Кількість йодиду оцінюється методом стандартної добавки. Оскільки визначення проводиться за йодид-іонами, для переведення всіх інших сполук йоду в аналітичну форму в розчин додається як відновник аскорбінова кислота. За цих умов відбувається визначення сумарного вмісту йоду в зразку. Пробу готували за стандартним методом сухого озолення в муфельній печі за температури 480–500 °С з тією відмінністю, що озолення проводили в лужному середовищі, завчасно додаючи до зразка гідроксид калію. Для прискорення повного озолення золу періодично змочували розчином нітрату калію. Застосування в цьому випадку автоклавної мінералізації не є доцільним, оскільки гідроліз в кислому середовищі призводить до відновлення йоду до атомарного стану та, відповідно, до його втрат.

Ступінь збереження йоду в розроблених видах зефіру визначали, порівнюючи фактичний і розрахунковий вміст елемента, збагачених йодовмісною сировиною, що досліджується. Як базу для розрахунків використовували відомості про вміст йоду в концентраті еламіну. Таким чином, розрахунковий вміст йоду у готових виробах становив для зефіру «Морський бриз» – 127 мкг/100 г (0,85 г/кг еламіну), для зефіру «Клюковка» – 144 мкг/100 г (0,96 г/кг еламіну), для зефіру «Вітамінний» – 144 мкг/кг (0,96 г/кг еламіну).

Під час ведення розрахунку необхідно врахувати не лише втрати йоду, які є обернено пропорційними розміру внесених частинок, але й ступінь засвоюваності йоду з продукту. За даними Джерел [120–121], засвоюваність водоростей організмом людини становить 15–30 %. Для еламіну ступінь засвоюваності йоду досягає 95 %, оскільки при проведенні лужного гідролізу клітинна стінка водоростей стає більш тонкою та проникливою. Всі корисні речовини водоростей стають більш доступними для засвоєння організмом людини.

Результати визначення сумарних втрат йоду під час процесу виробництва зефіру наведені у табл. 2.19.

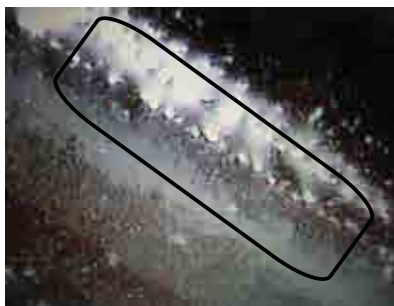
Аналізуючи дані, можна зробити висновок, що втрати йоду під час процесу виробництва зефіру при використанні еламіну як збагачувача сягають майже 50 % до вмісту мікроелемента у 100 г виробу. Така тенденція спостерігається у всіх дослідних зразках.

Таблиця 2.19

**Втрати йоду під час процесу виробництва нових видів
зефіру з використанням еламіну**

№ з/п	Вид зефіру	Вміст йоду, мкг на 100/г	
		до введення сиропу	після введення сиропу
1.	«Морський бриз»	127,00 ± 2,0	63,50 ± 2,0
2.	«Клюковка»	144,00 ± 4,0	72,00 ± 3,0
3.	«Вітамінний»	141,00 ± 3,0	71,00 ± 2,0

На рис. 2.15 наведені мікрофотографії із зображенням поверхні працюючого електрода аналізатора АВА-2 до та після введення агаро-цукрово-паточного сиропу, температура якого сягала 70 °С. Дослідження проводили за допомогою монокулярного мікроскопа CASIO при загальному збільшенні в 1000 разів, а також при використанні цифрової фотокамери.



а – до введення сиропу



б – після введення сиропу

Рис. 2.15. Мікрофотографії поверхні працюючого електрода

З мікрофотографій видно, що накопичення малорозчинної сполуки з ртуттю (Hg_2I_2) на рис.2.15а є більш інтенсивним, ніж на рис. 2.15б.

Фактичну сумарну кількість йоду можна пояснити збереженням «органічного йоду». Із джерел відомо, що йод хімічно зв'язується з амінокислотами (переважно з тирозином) і при цьому залишається стійким до змін технологічних параметрів (передусім температури).

За сучасними науковими принципами розроблені види зефіру можна віднести до продуктів лікувально-профілактичної дії, оскільки при вживанні рекомендованої добової норми виробу організм забезпечується 63,5 мкг, 72 мкг та 71 мкг йоду, що задовольняє 42, 48 та 47 % добової потреби здорової дорослої людини, та 84, 96 та 95 % дітей шкільного віку у такому цінному мікроелементі, як йод. Окрім йоду нові види зефіру в своєму складі містять ще один цінний компонент – вітамін С, носієм якого є ягідні пюре. Визначенню вмісту останнього присвячено подальші дослідження.

2.7. Дослідження вмісту вітаміну С у розроблених видах зефіру

Проводячи дослідження асортименту та якості кондитерських виробів, науковцями І. В. Сирохманім, В. Т. Лебединцем, встановлено, що на 2009–2010 роки спостерігається різке зростання затвердження нормативної документації на збивні вироби (пастилу, зефір), де використовують рослинну сировину (ягідні пюре) як наповнювачів, начинок. Розроблена продукція характеризується як вироби з поліпшеними споживчими властивостями завдяки підвищенню біологічної цінності, зокрема вітаміну С. Найяскравіші представники: зефір «Цитрусовий» (підвищення біологічної цінності відбувається завдяки включенню до рецептури подрібнених плодів лимону та апельсину, вміст вітаміну «С» в готовому виробі становить 37,5 мг/кг), зефір «Чорносмородиновий» (вміст вітаміну становить 34 мг/кг завдяки використанню пюре чорної смородини).

З огляду на наведенні вище дослідження можна припустити, що розроблені види зефіру «Клюковка» та «Вітамінний», в яких для забезпечення естетичних характеристик (надання привабливого кольору готовим виробам та створення пухкої консистенції) використовували пюре ягід журавлини (зефір «Клюковка») та ягід «вітамінного комплексу» (зефір «Вітамінний»), можливе забезпечення функціональних характеристик та підвищення біологічної цінності.

Для підтвердження цих припущень проведено дослідження стосовно визначення вмісту вітаміну С у розроблених видах зефіру. Незважаючи на різноманітність підходів до визначення

кількості вітаміну «С», досі немає універсального рутинного методу, який би не мав недоліків. Особливо це стосується вмісту вітаміну С у харчових продуктах, збагачених таким мікроелементом, як йод. Це пов'язано з присутністю речовин, які заважають встановленню вмісту аскорбінової кислоти через його окислення. Водночас пастильні вироби – це складні багатокомпонентні системи, рецептури яких також можуть утруднювати визначення. Тому визначення вітаміну С передусім має базуватися на грамотному визначенні екстрагенту.

О. В. Кошелева рекомендує в разі аналізу виробів, збагачених водоростевими йодовмісними добавками, де окрім йоду присутні метали змінної валентності, щоб уникнути окислення аскорбінової кислоти як екстрагуючого реагенту, використовувати свіжоприготовлену суміш 0,18 % розчину етилендіамінтетраоцітової кислоти та 3 % розчину трихлорооцітової кислоти, або 6 % розчину метафосфорної кислоти у співвідношенні 1:1. Похибка становить не більше 1 %.

Під час розрахунків використовували дані стосовно вмісту вітаміну С в ягідних пюре, надані підприємством-виробником (додаток В).

Розрахунковий вміст вітаміну С визначали у встановлених в результаті математичної обробки концентрацій пюре, які сягали по 60,30 г/кг для пюре «вітамінного комплексу», для пюре журавлини – 180,10 г/кг. Визначення вмісту вітаміну С у розроблених видах зефіру «Клюковка», «Вітамінний», наведені у табл. 2.20.

Таблиця 2.20

Визначення вмісту вітаміну С у розроблених видах зефіру, «Клюковка» та «Вітамінний»

№ з/п	Ягідні пюре	Вміст вітаміну С у 100 г пюре, мг/кг	Вміст пюре у зефірі, г/кг	Розрахунковий вміст вітаміну С у зефірі, мг/кг	Фактичний вміст вітаміну С у зефірі, мг/кг
1.	Пюре журавлини	65,20 ± 0,6	180,10	117,42	48,30 ± 0,4
2.	Пюре «вітамінного комплексу»	152,80 ± 0,9	180,10	275,20	69,00 ± 0,3

За одержаними результатами можна зробити висновок, що втрати вітаміну С у готових виробах до його вмісту у ягідній си-

ровині становлять 59 % для зефіру з пюре журавлини та 75 % для зефіру з пюре «вітамінного комплексу». Досить значний відсоток втрат можна пояснити ступенем руйнування вітаміну С під час теплової обробки та процесу збивання, коли вітамін С окислюється під дією кисню повітря за участю окислювальних ферментів. У результаті чого частина вітаміну С перетворюється на дегідроаскорбінову кислоту. При подальшому підвищенні температури (введення агаро-цукрово-паточного сиропу) відбувається термічна деградація обох форм вітаміну С.

Аскорбіген може гідролізуватися з вивільненням вільної аскорбінової кислоти, яка може піддаватися окисленню. Найбільш каталітичною дією володіють іони заліза (які є в еламіні), каталітична дія заліза залежить від реакції середовища. У кислому середовищі вона проявляється меншою мірою. Науковцями досліджено, що при нагріванні розчинів аскорбінової кислоти за рН 5 руйнується 74 % вітаміну С, а за рН 3 лише – 9,3 %.

Добова потреба організму у вітаміні С для здорової людини становить 50–70 мг. Незважаючи на значний відсоток втрат вітаміну С під час процесу виробництва зефіру, при споживанні рекомендованої кількості (100 г) на добу розроблені види зефіру майже на 100 % задовольняють добову потребу здорової людини у цьому вітаміні. Наступні наші дослідження спрямовані на вивчення харчової цінності розроблених видів зефіру.

2.8. Вивчення харчової цінності розроблених видів зефіру з лікувально-профілактичним спрямуванням

Для визначення впливу добавок на харчову цінність розроблених видів зефіру розраховували хімічний склад зефіру без добавок (контроль) та з їх додаванням.

Розрахунок вмісту кожного з елементів хімічного складу збивних виробів базується на визначенні кількості цього елемента, внесеного у 100 г продукту з окремими видами сировини. При розрахунку використано довідкові таблиці хімічного складу харчових продуктів, результати власних досліджень, а також технічну документацію на носій йоду. Розраховували відсоток покриття добової потреби організму людини в харчових речовинах завдяки вживанню щодобової кількості збагачених виробів (100 г) – інтегральний скор.

Вирахували енергетичну цінність розробленої продукції: це кількість енергії, яка утворюється при біологічному окисленні жирів, білків і вуглеводів, що містяться в продуктах. Енергія, що виділяється при окисленні 1 г жирів, дорівнює 9,0 ккал, 1 г вуглеводів – 3,75 ккал, 1 г білків – 4,0 ккал. Для отримання енергетичної цінності в одиницях системи СІ використовували коефіцієнт перерахунку: 1 ккал = 4,184 кДж.

Енергетична цінність продукції розраховували на 100 г їстівної частини. Для визначення теоретичної калорійності калорійність поживних речовин помножили на відсотковий зміст відповідних поживних речовин; одержана сума склала теоретичну калорійність 100 г продукту.

У табл. 2.21 наведено результати розрахунків харчової цінності розроблених видів зефіру.

Таблиця 2.21

**Харчова цінність розроблених видів зефіру
(розрахункова)**

Складові зефіру	Добова потреба організму людини	Без добавок, контроль	Розроблені види зефіру		
			«Морський Бриз»	«Клюков-Ка»	«Вітамін-Ний»
		Вміст речовини у 100 г			
Білки, г	50	0,80	0,85	0,89	0,89
Жири, г	51	0,03	0,04	0,04	0,04
Вуглеводи, г	288	78,30	78,60	85,20	85,20
Мінеральні речовини, мг					
Калій	1100	–	52,50	59,30	59,30
Кальцій	800	9,00	0,07	0,09	0,09
Фосфор	1200	8,00	8,00	8,00	8,00
Залізо	17	0,30	1,43	1,51	1,51
Йод	0,150	–	0,63 ± 0,02	0,72 ± 0,03	0,71 ± 0,02
Вітаміни, мг					
С	50-70	–	–	48,3 ± 0,4	69,0 ± 0,3
Енергетична цінність	ккал кДж	297,00 1242,65	298,40 1248,50	322,67 1350,05	322,67 1350,05

Дані свідчать, що у розроблених видах зефіру вміст йоду становить 0,63 мг/100 г – зефір «Морський бриз» та 0,71; 0,72 мг/100 г, для зефіру з ягідними пюре, що задовольняє 42 %, 48 та 47 % добової потреби в йоді. Крім того, йодовміщуюча до-

бавка збагачує виріб не лише йодом, але й іншими мінеральними елементами: кальцієм, магнієм, залізом.

Результати визначення харчової цінності йодованих збивних виробів з еламіном та еламіном і ягідними пюре свідчать про доцільність включення їх у раціон харчування населення для подолання йододефіциту. Вони здатні задовольнити не менше ніж третину добової потреби організму людини в йоді та майже на 100 % задовольняють добову потребу у вітаміні С. Проте остаточний висновок щодо біологічної ефективності розроблених видів зефіру може бути зроблено лише після проведення клінічних випробувань.

2.9. Клінічні дослідження впливу розроблених видів зефіру з еламіном та ягідними пюре на організм людини

Комплексними дослідженнями російських вчених доведено високу ефективність йодованих білків. Під час досліджень під медичним наглядом знаходилося 24 тисячі осіб від одного місяця до двох років. Практично в усіх випадках відмічена нормалізація йодурії через 20–30 днів від початку вживання харчових продуктів з йодказеїном. Завдяки органічній формі надходження йоду під час досліджень не зафіксовано ефектів надлишку йоду навіть при одночасному вживанні йодованих виробів та йодованої солі.

Оскільки дані стосовно біологічної ефективності цієї добавки та її спільного використання з ягідними пюре в літературних джерелах на цей час відсутні, наші дослідження були спрямовані на визначення біологічної ефективності збивник кондитерських виробів, збагачених йодовміщуючою добавкою: еламіном та еламіном і ягідними пюре.

Дослідження проводились на підставі «Договору про творче співробітництво» з Охтирською ЦРЛ в умовах відділення дитячої ендокринології під керівництвом д-ра мед. наук. проф. Ю. Г. Дульського, (додаток Ф).

Під час вивчення ступеня засвоюваності йоду зефіру із вмістом еламіну та еламіну і ягідних пюре досліджували вплив зефіру «Морський бриз», «Клюковка», «Вітамінний» на стан тіреодної системи та екскрецію йоду із сечею у дітей, на показники

гемограм – число еритроцитів, гемоглобін, лейкоцити, тромбоцити та лейкограму, біохімічний склад сироватки крові та імунологічні параметри. Зазначені показники визначали до початку споживання зефіру та в кінці проведення досліджень.

Біологічна ефективність використання зефіру оцінювалася в чотирьох групах спостереження. У кожную групу входило по 10 дітей віком від 7 до 15 років. Перша група дітей була контрольною. Друга група дітей отримувала зефір «Морський бриз», збагачений еламіном, третя – зефір з еламіном та пюре ягід журавлини («Клюковка»), а четверта – зефір з еламіном та ягідним пюре «вітамінного комплексу» («Вітамінний»). Діти вживали зефір протягом 21 дня.

Перед проведенням експерименту враховували всі скарги пацієнтів і брали їх до уваги під час лікування.

Результат досліджень екскреції йоду з сечею, який проводили за допомогою набору «Йодтест», наведені на рис. 2.16.

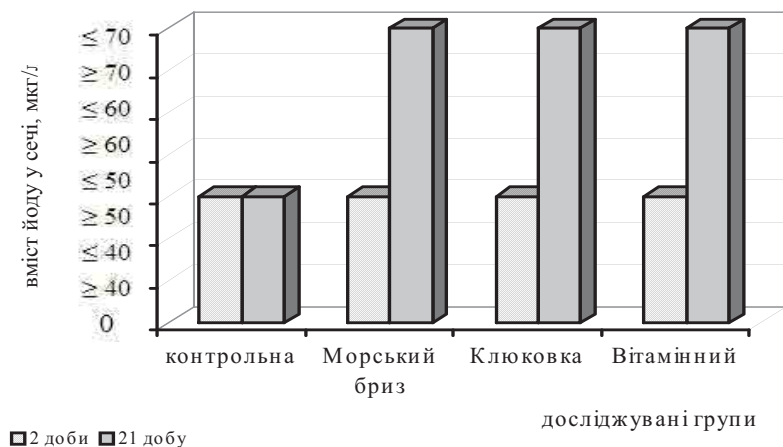


Рис. 2.16. Результат досліджень екскреції йоду із сечею

Під час проведення досліджень ступеня засвоюваності йоду зефіру з використанням еламіну та еламіну і ягідних пюре спостерігався такий ефект:

– результати отриманих даних не відзначили в жодному випадку індивідуальної несприйнятливості при вживанні зефіру усіх розроблених видів;

– при споживанні зефіру з еламіном достовірно збільшується рівень екскреції йоду із сечею. Це свідчить про значний вплив добавки на забезпечення організму дітей йодом;

– при динамічному ультразвуковому обстеженні щитовидної залози на фоні прийому зефіру з еламіном протягом 3-х тижнів перебування на стаціонарному лікуванні суттєвих змін органу не спостерігалось, хоча в усіх дітей була відмічена тенденція до стабілізації функції щитовидної залози;

– у дітей, що споживали зефір, підвищився вміст гемоглобіну та число еритроцитів крові;

– результати досліджень біохімічного складу сироватки крові – загальний білок, глюкоза, холестерин, альбуміни, глобуліни, трансамінази, білірубін, креатинін, сечовина – у дітей до та після споживання розроблених видів зефіру свідчили про те, що всі середні значення показників знаходилися в межах норми;

– спостерігалось підвищення вмісту тиреоїдних гормонів: тироксину, трийодтиронину. Групи, які споживали зефір «Клюковка» і «Вітамінний», мали на 5,2 % більший вміст тиреоїдних гормонів, що підтверджує гіпотезу про ефективнішу засвоюваність йоду за сумісного його використання з вітаміном С.

Отже, можна зробити висновок про ефективну засвоюваність зефіру, збагаченого еламіном та еламіном і ягідними пюре, для забезпечення організму людини йодом. Дані клінічних досліджень доводять доцільність їх застосування як засобів профілактики йодного дефіциту серед населення.

Результати дослідження біологічної ефективності впливу йодованого зефіру на організм людини викладено в додатках Ф.1–Ф.3.

Беручи до уваги обґрунтований ступінь засвоюваності розробленої продукції та з огляду на проведені маркетингові дослідження [122], де встановлено, що споживач потребує створення зручної та привабливої упаковки, спільно з типографією «Світанок» нами розроблено та запропоновано до використання упаковки зефіру «Морський бриз», «Клюковка», «Вітамінний». При розробці упаковки враховували добову потребу здорової людини в йоді.

Згідно з діючою нормативною документацією ГОСТ ДСТУ 6144 – 2003 та розробленим ТУ У 15.8 – 01566330 – 250:2010, вага одного зефіру становить 20–25 г.

За добову норму вживання кондитерських виробів прийнято 100 г.

З урахуванням цих вимог та сучасних наукових принципів вирішено розробити упаковку на чотири одиниці, що відповідатиме добовій нормі вживання кондитерських виробів та забезпечуватиме 20–50 % добової потреби здорової дорослої людини в йоді. Окрім того, споживання зефіру, виготовлення якого передбачає використання ягідних пюре, будуть забезпечувати 35 та 44 %, добової потреби у аскорбіновій кислоті.

При розробці упаковки використовували матеріали, дозволені ГОСТ 24831 – 81 і ГОСТ 14192 – 77. Розроблені види упаковки представлені в додатку Т.

2.10. Висновки та рекомендації для готелів та ресторанів стосовно технології виробництва зефіру з лікувально-профілактичним спрямуванням

Розроблено рецептури та технологічні схеми нових видів зефіру з йодовмісною добавкою еламіном та еламіном і ягідними пюре: «Морський бриз», «Клюковка», «Вітамінний». Ці рецептури та технологічні схеми не передбачають суттєвих змін якісних характеристик готових виробів. Оптимальна кількість внесення еламіну становить 0,85 г/кг, та 0,96 г/кг (для виробів з ягідними пюре).

Нові види зефіру за органолептичними, фізико-хімічними, мікробіологічними показниками відповідають вимогам діючої нормативної документації на «Вироби кондитерські пастильні» ДСТУ ГОСТ 6441 – 2003, та вимогам «Медико-біологічних показників якості до продовольчої сировини й харчових продуктів», вимогам СанПіН та ГН 6.6.1.1.-130-2006.

Встановлено, що втрати йоду в розроблених видах зефіру, при проведенні технологічного процесу складають майже 50 % до розрахункового вмісту мікроелементу, значний вплив при цьому має температурний чинник.

Досліджено, що за вмістом вітаміну С зефір «Клюковка» та «Вітамінний», де використовували ягідні пюре, майже на 100 % задовольняють добову потребу здорової людини у цьому вітаміні. За сучасними науковими принципами розроблені види зефіру можна віднести до продуктів лікувально-профілактичної

дії, оскільки при вживанні рекомендованої добової норми виробу, крім вітаміну С, організм забезпечується 63,5 мкг, 72 мкг та 71 мкг йоду, що задовольняє 42; 48 та 47 % добової потреби здорової дорослої людини в йоді та 84; 96 та 95 % дітей шкільного віку.

Результати визначення харчової цінності розроблених видів зефіру свідчать про доцільність включення їх у раціон харчування населення для подолання йододефіциту та збагачення організму вітаміном «С».

На підставі проведених досліджень розроблено та затверджено технічні умови на «Зефір з концентратом еламіну сухого» ТУ У 15.8 – 01566330 – 250:2010 (додаток М), отримано висновок санітарно-гігієнічної експертизи на цей вид продукції, (додаток Н).

РОЗДІЛ 3

Розробка технології бісквітів з лікувально-профілактичним спрямуванням

У поданому розділі розглянуті перспективи розробки технології бісквітів з лікувально-профілактичним спрямуванням. Основою бісквітного тіста є яєчна піна, яка є дисперсною системою, що легко реагує на будь-які зміни в разі введення додаткових інгредієнтів. При цьому значні зміни можуть відбутися з показниками якості бісквітного тіста і, як наслідок, з готовим бісквітом. Тому необхідно було дослідити вплив еламіну (йодовмісної сировини) та природного підсолоджувача (стевіозиду) на формування якості бісквіта в процесі його виробництва.

3.1. Дослідження впливу добавок на формування пінної структури

Актуальним завданням є визначення раціональної концентрації еламіну та стевіозиду, яка поряд зі збагаченням необхідними речовинами та зменшенням кількості легкозасвоюваних вуглеводів, забезпечила б необхідну якість бісквіта. Якість бісквітів передусім визначається властивостями збитої яєчної маси, показниками її ПЗ, ПС. Першим етапом утворення системи бісквітного тіста є процес одержання піни з курячого яйця. Цей етап був обраний для визначення основних концентрацій еламіну та стевіозиду. Для оцінювання піноутворення важливим показником, окрім ПЗ, ПС, є також ступінь дисперсності піни.

Добавки вводили на стадії збивання яєчної суміші, оскільки саме під час цього процесу формується структура бісквітного тіста і готових виробів.

Діапазон концентрацій йодовмісної сировини обирали з урахування добової потреби організму в йоді та за сучасними

принципами збагачення борошняних кондитерських виробів. Всесвітньою організацією охорони здоров'я (ВООЗ) встановлено норму споживання йоду: 150–300 мкг/добу. Розрахунковою базою послужили попередньо проведені нами дослідження вмісту йоду в еламіні. Вміст йоду партії еламіну, що ми використовуємо, складав $25348,00 \pm 2534,8$ мкг/100 г, що відповідає даним, вказаними виробником (15000–30000 мкг/100 г) в сертифікаті. Враховуючи відомості про добову потребу в йоді та його вміст в еламіні, розраховано кількісний діапазон раціональної кількості еламіну – 0,6–1,2 % 100 г виробу.

Використання добавки 0,6–1,2 % до загальної кількості бісквіта відповідає 1,3–2,6 % до маси яєць.

У зв'язку з додаванням еламіну, виникла необхідність пошуку способу введення останнього (сухий, заварений) у бісквітне тісто та встановлення його впливу на швидкість отримання яєчної піни.

Для обробки результатів досліджень була побудована математична модель, метою побудови цієї моделі є знаходження відповідних аналітичних залежностей між вхідними та вихідними показниками системи [123]. Як вхідні змінні були використані такі величини: x_1 – кількість добавки (еламін сухий, еламін заварений, стевіозид), x_2 – час обробки (збивання, вистоявання яєчної маси). Як показники, що визначають якість збитої яєчної маси, обрано такі величини: y_1 – ПЗ яєчної маси з завареним еламіном, y_2 – ПЗ яєчної маси з сухим еламіном, y_3 – ПС яєчної маси з сухим еламіном, y_4 – ПЗ яєчної маси зі стевіозидом, y_5 – ПС яєчної маси зі стевіозидом, y_6 – ПС яєчної маси з завареним еламіном.

Для опису залежностей між вхідними змінними і вихідними параметрами була обрана квадратична модель, яка має такий вигляд:

$$y_i = c_0 + c_1 x_1 + c_2 x_2 + c_3 x_1^2 + c_4 x_2^2 + c_5 x_1 x_2 \quad (3.1)$$

де c_i – коефіцієнти математичної моделі;

$i = 1-6$ та означає відношення до конкретних показників.

Використання моделі виду (3.1) дає можливість знайти найкращі сполучення рецептурних компонентів або інгредієнтів щодо показників якості збитої яєчної маси.

Згідно із загальною теорією проведення експериментальних досліджень для визначення коефіцієнтів моделі шляхом проведення повного факторного експерименту слід побудувати таблицю, яка налічує 9 дослідів. У цій таблиці відтворюються всі можливі сполучення між вхідними змінними, а також можуть додаватися й інші точки, які мають певний науковий інтерес. Із метою зменшення кількості дослідів як план експерименту було обрано D-оптимальний план, який складається з 9 дослідів (табл. 3.1) плану експерименту, що має вигляд.

Таблиця 3.1

План експерименту

Номер дослідів	1	2	3	4	5	6	7	8	9
X1	-1	-1	1	1	0	0	-1	1	0
X2	-1	1	-1	1	-1	1	0	0	0

Як вхідні змінні у табл. 3.1 використовуються кодовані значення, які знаходяться з виразу (3.2) для кожної змінної:

$$X_i = \frac{x_{i \max} - x_{i \min}}{2} \cdot \frac{x_i - x_{\min}}{x_{\max} - x_{\min}}, \quad (3.2)$$

де $i = 1-2$ і означає відповідну вхідну змінну.

За допомогою перетворення (3.2) діапазон вхідних змінних дорівнює $-1 - 1$ і дає можливість швидко попередньо оцінити коефіцієнти математичної моделі.

Після визначення плану експерименту на його основі була створена матриця експерименту F, яка враховує обраний вид математичної моделі. У кожній точці експерименту проводилося не менше двох вимірювань. З метою зменшення впливу похибок вимірювання і для подальшого обчислення коефіцієнтів моделі брали середнє значення проведених вимірювань.

Побудовано матрицю експерименту F, матрицю значень результатів експерименту та визначено коефіцієнти математич-

ної моделі, що описують залежність зміни вихідних показників від параметрів.

Визначення коефіцієнтів моделі проводилося за формулою

$$c = (F^T F)^{-1} F^T Y, \quad (3.3)$$

де Y – вектор даних експерименту.

Отже, для цього процесу одержання збитої яєчної маси було отримано шість моделей виду (3.1) для кожного показника якості яєчної піни. Кожен із цих показників може бути описаний відповідними співвідношеннями, де як змінні використовуються вхідні параметри. Проведено попередній аналіз процесу на основі отриманої моделі. Метою аналізу було визначення вхідних сукупностей концентрації добавки і часу обробки, за яких можливе досягнення заданого значення показників якості.

Знайдено для кожної вихідної величини таку сукупність вхідних параметрів, які забезпечують задане її значення. Знаходження такої сукупності буде проведено на основі знайденої моделі (3.1). Критерієм

Q

знаходження (i) сукупності вхідних змінних x_i було таке рівняння:

$$\frac{Q_i - \hat{y}_i}{x_i - x_{\partial i}} \sim \min, \quad (3.4)$$

де \hat{y}_i – значення i -ї вихідної величини, знайденої з експерименту;

y_i – значення i -ї вихідної величини, знайденої з моделі;

x_{∂} – дозволений діапазон зміни вхідних величин.

Розрахунки здійснювалися за допомогою програмного пакету MathCAD.

Проведені дослідження залежності ПЗ та ПС яєчної суміші з різними концентраціями сухого та завареного еламіну від концентрації еламіну та часу збивання представлені на рис. 3.1–3.4. Еламін був заварений згідно з рекомендаціями виробника (у співвідношенні 1:10 еламін: вода відповідно; температура розчинника – 98–100 °С). За схемою виробництва бісквіта, яку взято за основу, температура в системі сягала 20 ± 3 °С, збивання – протягом 5–60 с частота обертів збивального апарата становила 150 об/хв, а потім 40–60 с – 300 об/хв.

Протягом експерименту було відмічено, що збивання яєчної суміші без добавок зростає протягом усього рекомендованого часу збивання (45–60 с).

А за концентрації еламіну 1,3–2,6 % для одержання максимального показника ПЗ досить збивати суміш про-

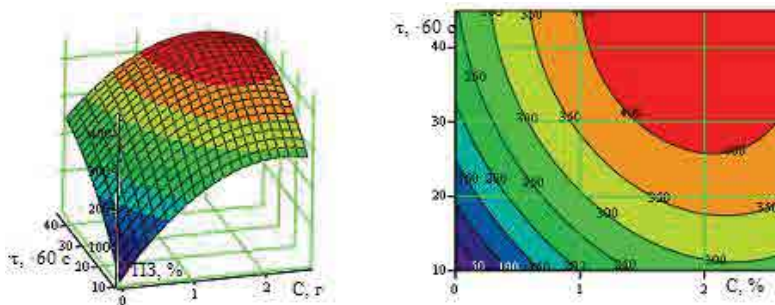


Рис. 3.1. Залежність змін ПЗ яєчної маси від вмісту завареного еламіну та часу збивання

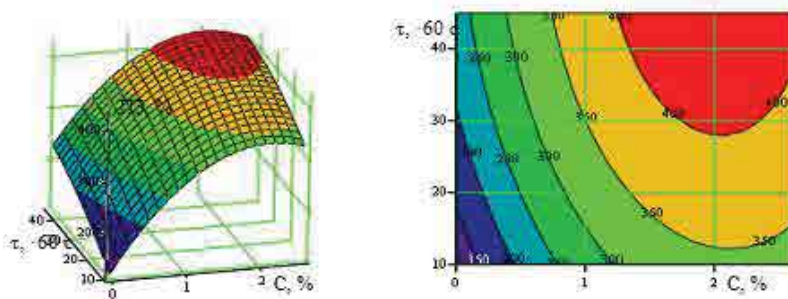


Рис. 3.2. Залежність змін ПЗ яєчної маси від вмісту сухого еламіну та часу збивання

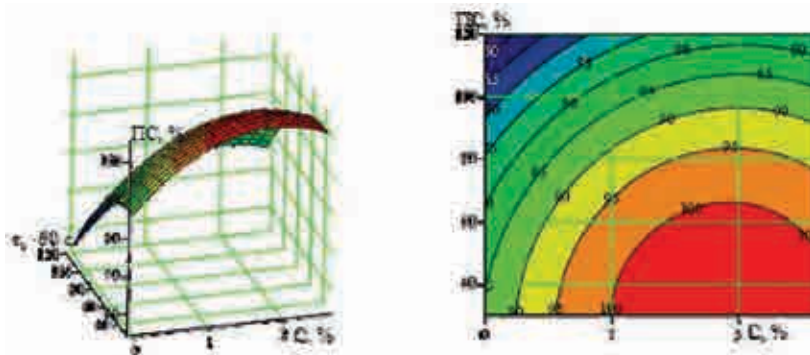


Рис. 3.3. Залежність змін ПЗ яєчної маси від вмісту сухого еламіну та часу відстоювання

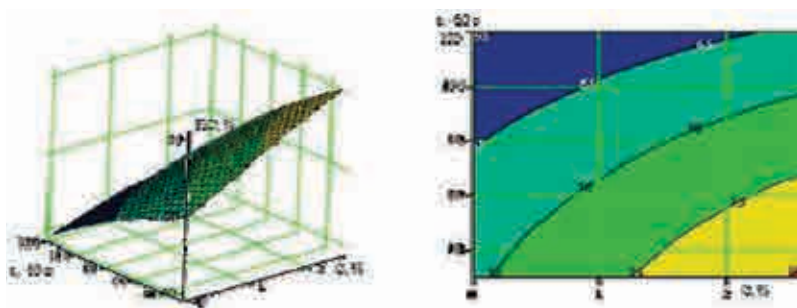


Рис. 3.4. Залежність змін ПЗ яєчної маси від вмісту завареного еламіну та часу відстоювання

тягом 20...25·60 с, що на 20·60 с менше, ніж контрольного (40...45·60 с). Готовність збитої маси визначали за збільшенням первинного об'єму суміші у 2,5–3 рази. Аналіз рівняння регресії свідчить, що еламін позитивно впливає на піноутворювальну здатність та піностійкість яєчної суміші, а швидкість її утворення та руйнування напряму залежить від концентрації полісахариду. Встановлено, що ПЗ яєчної суміші в разі додавання сухого еламіну в кількості 1,3–2,6 % зростає до 400 % (контроль має 200 %), а за умови додавання завареного еламіну в перерахунок – на ті ж концентрації, що й сухого, ПЗ зростає до 430 %.

У разі використання еламіну час збивання скорочується вдвічі, особливо швидко цей процес відбувається під час збивання яєчної суміші із запареним еламіном, що може обумовлюва-

тись вмістом води, якою був заварений еламін. Щодо ПС, яка визначається через годину після закінчення збивання, вона склала 100 % із різними концентраціями еламіну.

На підставі цього можна зробити висновок, що еламін має стабілізуючий вплив та надає можливості довгостроково (не менше 3600 с) зберігати всі свої властивості.

Це може бути обумовлено механізмом дії альгінових кислот, які входять у склад еламіну, а саме адсорбцією молекул альгінатів на межі фаз газ – рідина та очевидним підвищенням в'язкості утвореної суміші. Дослідження ПС протягом двох години після закінчення збивання яєчної суміші з різними концентраціями еламіну показали, що в разі додавання сухого еламіну стійкість піни зростає від 60 % до 75 % при концентраціях 1,3–2,6 %. ПС із завареним еламіном при концентраціях 1,3–1,4 % знижується з 60 % до 45 % порівняно з яєчною сумішшю без добавок, при концентраціях від 1,4 % до 2,6 % ПС яєчної суміші із завареним еламіном збільшується до 63 %. Проте в разі додавання більше ніж 1,5 % еламіну суттєво змінюються органолептичні показники, збита яєчна маса набуває темного кольору, з'являється водоростевий присмак і запах. Установлено доцільність використання сухого еламіну в кількості 1,3–1,5 % до маси яйця, яка не погіршує органолептичні показники бісквітів, а водночас підвищує показники якості піни. Обраний спосіб і діапазон введення еламіну дозволяє підвищити ПЗ та ПС з одночасним скороченням процесу збивання яєчної маси вдвічі.

Одним з найважливіших завдань роботи при підвищенні якості була заміна цукру в складі бісквіта стевіозидом. При цьому слід враховувати вплив підсолоджувача на смак готового продукту.

Невелика кількість стевіозиду викликає відчуття приємного солодкого смаку, велика – відчуття спочатку солодкого, потім гіркого смаку [124]. Враховуючи те, що цукор вносять у бісквітне тісто в кількості 60 % від маси яйця [125], то й кількість стевіозиду, що вноситься, має відповідати кількості заміненого цукру з урахуванням коефіцієнтів солодкості цукрози та стевіозиду, а саме 0,6–1,2 % до маси яйця. Таким чином, вплив стевіозиду на ПЗ (рис. 3.5) та ПС (рис. 3.6) яєчної маси доцільно досліджувати в діапазоні 0,1–1,2 % до маси яйця.

Установлено, що збивання яєчної маси з додаванням стевіозиду до 0,5 % збільшує піноздатність суміші до 400 %. При збільшенні концентрації стевіозиду піноздатність лишається на

рівні 400 %. Додавання стевіозиду під час збивання яєчної маси також прискорює процес одержання яєчної піни вдвічі. ПС за наявності підсолоджувача також збільшується. Уведення стевіозиду вже в кількості 0,1 % до маси яєць приводить до підвищення піностійкості на 10 % порівняно з такою у контрольного зразка. Внаслідок уведення до 0,5 % стевіозиду ПС зростає до 90 %.

Результати цих досліджень підтверджують відомості, що стевіозид є глікозидом рослинного походження [126] з поверхнево-активними властивостями та позитивно впливає на формування збитої яєчної маси. Його розчин з яйцем у разі збивання утворює густу стійку піну. Таким чином, стевіозид позитивно впливає на піноздатність та піностійкість яєчної суміші.

Підтверджено дані щодо піноутворювальних властивостей стевіозиду та стабілізуючих властивостей еламіну. Встановлено

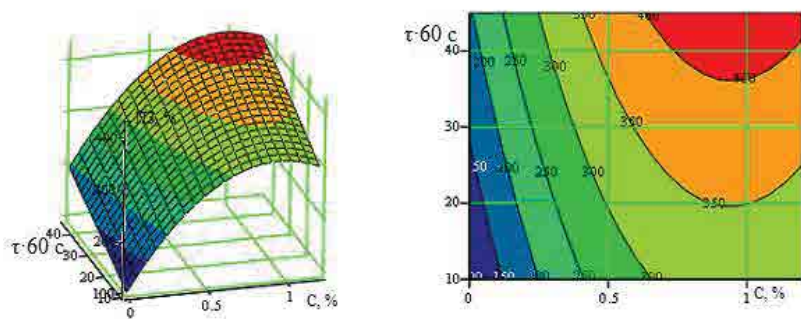


Рис. 3.5. Залежність змін ПЗ яєчної маси від вмісту стевіозиду та часу збивання

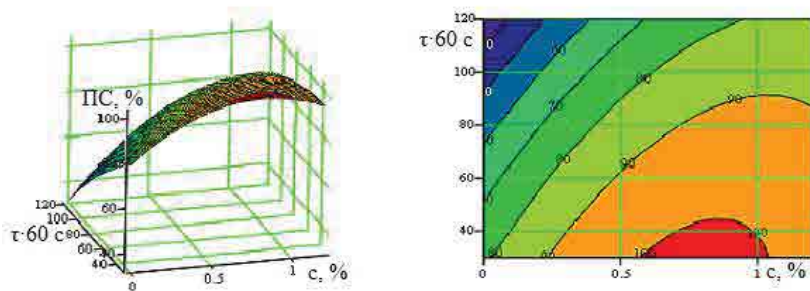


Рис. 3.6. Залежність змін ПС яєчної маси від вмісту стевіозиду та часу відстоювання

доцільність використання сухого еламіну. Водночас використання сухого еламіну є незручним з погляду дисперсності добавок та часу, необхідного для їх рівномірного розподілення по всьому об'єму бісквітного тіста. Зважаючи на це та на те, що добавки дозволяють скоротити процес формування збитої яєчної маси, нами були проведені дослідження розмірів частинок добавок та умов, необхідних для їх рівномірного розподілення. Результати цих досліджень викладені в наукових працях [127] та свідчать, що 95 % часточок еламіну мають розміри 1500 мкм^2 , а 67 % часточок стевіозиду 1000 мкм^2 .

Також значну частину в стевіозиді (35 %) займають часточки, площа яких становить 1500 мкм^2 . Що ж до максимального розміру часточок, то він є майже однаковим в обох дослідних добавках і найбільше його значення досягає 35000 мкм^2 . В еламіні таких часточок – до 1 %, а в стевіозиді – до 0,5 %. Рівномірність розподілення запропонованих концентрацій еламіну досягається за 12 60 с, а стевіозиду за 2–3 60 с. Виходячи з цього, значення часу, який запропоновано нами для одержання яєчної піни під час виробництва бісквіта (20–25 60 с), цілком достатньо для рівномірного розподілення добавок – еламіну та стевіозиду. Встановлено, що використання добавок не ускладнює параметрів виробництва бісквітів.

На наш погляд, виникнення ефекту збільшення піноутворення дослідних зразків яєчної суміші пояснюється тим, що еламін сприяє підвищенню міцності й еластичності стінок повітряних пухирців, у результаті чого в піні під час збивання утримується більша кількість повітря. Ці результати узгоджуються з літературними даними щодо впливу еламіну на піноутворювальну здатність харчових систем. Щодо стевіозиду, його позитивний вплив на ПЗ та ПС може бути пояснений його поверхнево-активними властивостями. Результати наших досліджень з цього питання наведені в наступному підрозділі.

3.2. Поверхнево-активні властивості яєчної суміші та дисперсний склад збитої яєчної маси в присутності еламіну та стевіозиду

Особливо важливим етапом виробництва бісквіта, що безпосередньо впливає на його споживні властивості, є одержан-

ня яєчно-цукрової піної маси. Заміна цукру на підсолоджувач впливає на перебіг цього процесу і, як наслідок, на структуру та якість готового виробу, оскільки цукрозамінникам чи підсолоджувачам не притаманні всі властивості цукру.

Враховуючи, що стевіозид та еламін прискорюють процес отримання піни та значно збільшують піноутворювальну здатність яєчної маси, тому необхідно було дослідити вплив еламіну та стевіозиду на коефіцієнт поверхневого натягу яєчної маси (рис. 3.7). Можна прогнозувати, що ці добавки будуть зменшувати її поверхневий натяг.

Апроксимація отриманих експериментальних даних проводилася за допомогою пакету програм MathCad поліномом третього ступеня.

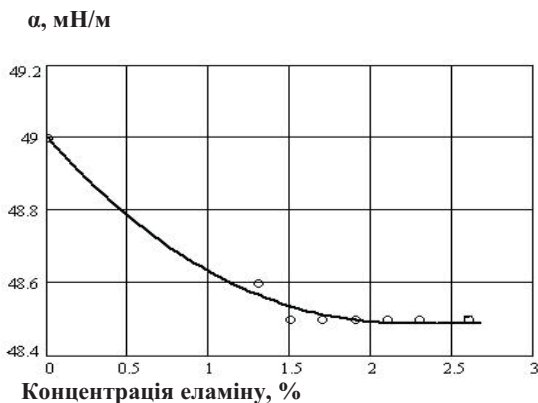


Рис. 3.7. Коефіцієнт поверхневого натягу яєчної маси з різними концентраціями еламіну

У результаті цього для зміни коефіцієнта поверхневого натягу зразків, що досліджувалися, зі зміною концентрацій еламіну (3.5) і стевіозиду (3.6) з раніше описаних діапазонів, були отримані залежності:

$$\begin{aligned}
 (C_{el}) \quad & 49.001 - 0.435 C_{el} + 0.015 C_{el}^2 - 0.036 C_{el}^3 \quad (3.5) \\
 12.237 C_{st} \quad & 9.92 C_{st} + 1.914 C_{st}^2 - 0.3 C_{st}^3 \quad (3.6)
 \end{aligned}$$

Значення коефіцієнта поверхневого натягу яєчної маси зі стевіозидом наведено на рис. 3.8. З отриманих результатів (рис. 3.7, 3.8) видно, що додавання еламіну в кількості 1,3–2,6 % змінює поверхневий натяг яєчної маси, проте менш суттєво, ніж додавання стевіозиду із внесенням глікозиду. Істотне зменшення поверхневого натягу сприяє активному піноутворенню. Механізм поверхневої активності стевіозиду складний через об'ємну будову його молекул, у яких полярні фрагменти чергуються з неполярними.

Установлено, що добавки дещо по-різному впливають на поверхневий натяг яєчної маси. Еламін має незначну поверхневу активність (поверхневий натяг яєчної суміші знижується на 1 %) внаслідок внесення 1,3–2,6 % його в яєчну масу.

Додавання стевіозиду концентрацій 0,1–1,2 % знижує поверхневий натяг яєчної маси на 8 %. Уже в разі додавання 0,3 % від маси яйця поверхнева активність яєчної маси знижується на 5,2 %. Отримані результати дозволяють прогнозувати, що використання еламіну і стевіозиду дозволить отримати продукт, який за якістю не поступатиметься традиційному й водночас матиме лікувально-профілактичні властивості.

Утворення насиченого адсорбційного шару на поверхні поділу фаз спостерігається за концентрації стевіозиду 0,5–0,9 % в яєчній масі. Подальше збільшення кількості глікозиду збільшує цей показник. Це свідчить про те, що стевіозид можна віднести до ПАР, бо саме молекули ПАР у результаті адсорбції на межі розділу фаз значно знижують поверхневий натяг.

Подальші наші дослідження були спрямовані на виявлення впливу еламіну та стевіозиду на дисперсність піни, яка суттєво впливає на якість готової бісквітної продукції. Формування дрібнопористої, добре розпушеної м'якушки бісквіта відбувається завдяки високій збитості яєчно-цукрової маси, і тому стабілізація пінної структури бісквіта є передумовою одержання виробів високої якості. Під впливом сили тяжіння дисперсійне середовище, яким є яєчна піна, тече, плівки рідкого середовища стають тонкими і, як наслідок, зливаються, тобто коалесцирують.

Під час коалесценції поверхня поділу фаз скорочується (піна осідає) і зменшується поверхнева енергія системи. Стійкий стан системи відповідає повній коалесценції, тобто розшаруванню системи з утворенням мінімальної поверхні поділу між фазами газ – рідина у вигляді горизонтальної площини.

Оскільки й еламін, і стевіозид впливають на швидкість дифузії, що видно з досліджень піностійкості системи, то необхідно знати ступінь впливу кожного з цих компонентів на дисперсний склад піни. Основним методом визначення дисперсного складу пін є метод мікрофотографування. Предметом дослідження були піни, отримані з яйця, яйця з додаванням еламіну, яйця з додаванням стевіозиду.

Піни були отримані методом збивання. Отримували мікрофотографії кожного зі зразків піни. Далі за фотографіями була розрахована відносна кількість пухирців. Потім базували інтегральну функцію розподілу пухирців повітря в піні за діаметрами, яка визначається відносною кількістю пухирців $\Delta N/N_0$ (де ΔN – число пухирців, що припадає на вузький інтервал діаметрів пухирців $d, d + \Delta d$, N_0 – загальна кількість пухирців на фотографії).

Але дисперсність, тобто середній діаметр пухирців, визначається через диференціальну функцію розподілу пухирців за діаметрами, яка задається

$$f(d) = \frac{N}{N_0 d} , \quad (3.5)$$

де Δd – нескінченно малий інтервал діаметрів пухирців.

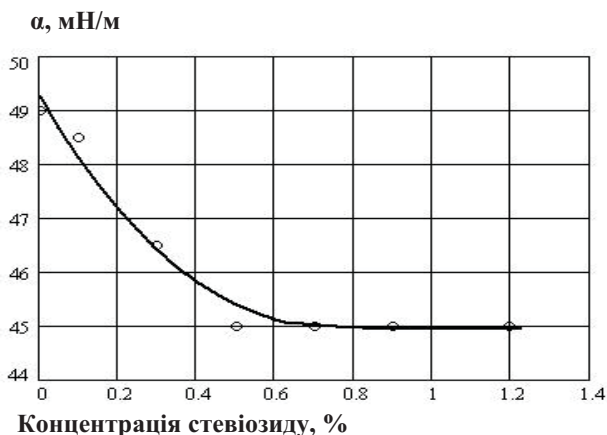


Рис. 3.8. Коефіцієнт поверхневого натягу яєчної маси з різними концентраціями стевіозиду

Знаходження дисперсності кривих, представлених на рис. 3.9, можна розрахувати за шириною кожної з ліній напіввисоти.

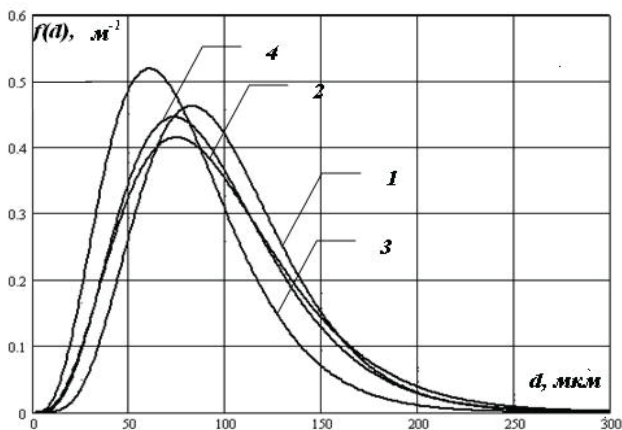


Рис. 3.9. Диференціальні функції розподілу пухирців повітря в піні за діаметрами для зразків: 1 – збита яєчна маса (ЗЯМ); 2 – ЗЯМ + еламін (конц-я еламіну – 1,3 %); 3 – ЗЯМ + стевіозид (конц-я стевіозиду – 0,5 %); 4 – ЗЯМ + еламін (конц-я еламіну – 1,5 %) + стевіозид (конц-я стевіозиду – 0,3 %)

Розрахункові лінії напіввисоти диференціальних функцій розподілу пухирців повітря за діаметрами наведені в табл. 3.2.

Таблиця 3.2

Значення ширини ліній напіввисоти

Збита яєчна маса	Ширина лінії напіввисоти, мкм
Контроль	97 ± 4
З додаванням еламіну 1,3 %	90 ± 4
З додаванням стевіозиду 0,5 %	78 ± 4
З додаванням еламіну 1,5 % та стевіозиду 0,3 %	85 ± 4

Ширина лінії напіввисоти характеризує дисперсність піни: чим меншою ширина лінії, тим ближчою є піна до монодисперсної, чим більшою – тим ближчою піна до полідисперсної. Найближчим до монодисперсної піни є зразок піни з наймен-

шою шириною на піввисоті функції розподілу пухирців за діаметрами. Зразок зі збитої яєчної маси з додаванням стевіозиду (концентрація стевіозиду – 0,5 %) (крива 3), наступним є зразок зі збитої яєчної маси з додаванням еламіну (концентрація еламіну – 1,5 %) та стевіозиду (концентрація стевіозиду – 0,3 %), останнім – зразок зі збитої яєчної маси з додаванням еламіну (концентрація еламіну – 1,3 %). Піна, отримана з яйця без добавок, має найбільш віддалену від монодисперсної структуру, оскільки ширина функції розподілу пухирців за діаметрами на піввисоті є найбільшою серед зразків, що досліджуються. Отже, додавання до яйця стевіозиду та еламіну сприяє зменшенню полідисперсності піन.

Найбільш імовірні діаметри (dim) пухирців (рис. 3.10) були знайдені за максимальним значенням на кривих.

А середні значення діаметрів визначали за формулою (3.6). Значення розрахункових діаметрів пухирців наведено в табл. 3.3.

Із наведених результатів видно, що додавання еламіну та стевіозиду під час отримання збитої яєчної маси сприяє змен-

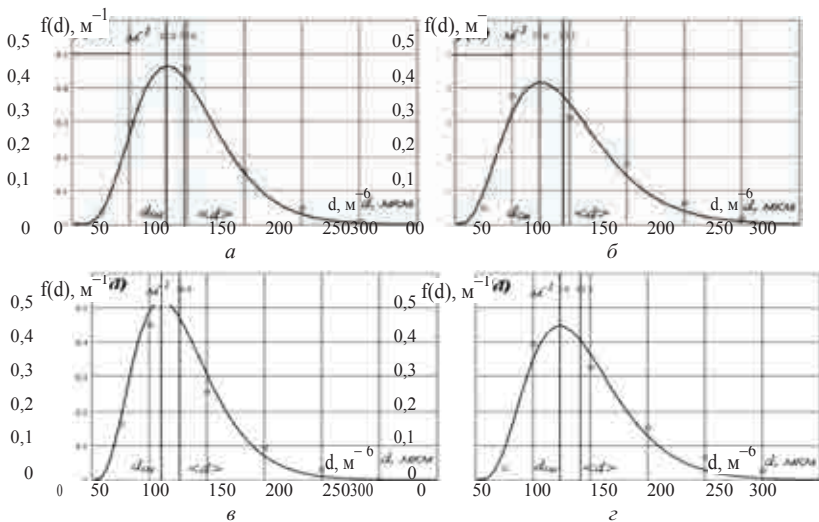


Рис. 3.10. Найбільш імовірні та середні діаметри пін зі збитої яєчної маси:

а – контроль; б – із додаванням еламіну 1,3 %;

в – із додаванням стевіозиду 0,5 %;

г – із додаванням еламіну 1,5 % та стевіозиду 0,3 %

шенню найбільш імовірного та середнього діаметра пухирців у пінах, що отримуються, що є позитивною якісною характеристикою піни.

Таблиця 3.3

**Значення розрахованих діаметрів пухирців зразків,
що досліджуються**

Зразок	Середній діаметр (<d>), мкм	Найбільш імовірний діаметр (dim), мкм
Збита яєчна маса	98 ± 4	82 ± 4
Збита яєчна маса + еламін (концентрація еламіну – 1,3 %)	95 ± 4	74 ± 3
Збита яєчна маса + стевіозид (концентрація стевіозиду – 0,5 %)	77 ± 3	60 ± 3
Збита яєчна маса + еламін (еламіну – 1,5 %)+ стевіозид (концентрація стевіозиду– 0,3 %)	91 ± 4	73 ± 3

За результатами дослідження можна зробити висновок, що додавання еламіну та стевіозиду до яйця сприяє зменшенню полідисперсності піни та зменшенню найбільш імовірного та середнього діаметра пухирців, що сприяє збільшенню стійкості пін та підвищенню їх якісних властивостей.

3.3. Вплив еламіну та стевіозиду на кількість та якість клейковини борошна

Обмеженість даних щодо впливу стевіозиду на клейковину борошна, а також новизна формування якості бісквітів з еламіном вимагали вивчення впливу йодовмісної добавки еламіну та природного підсолоджувача (стевіозиду) на якісні показники клейковини борошна (табл. 3.4).

Обрані попередніми дослідженнями концентрації добавок для виготовлення бісквітного тіста – еламіну в кількості 1,5 % та стевіозиду 0,3 і 0,5 % до яєчної маси – відповідає 3 %; 0,6 і 1 % відповідно до маси борошна.

Як свідчать дані, під час додавання 3 % еламіну від маси борошна кількість сирової клейковини зменшилась на 2,5, а су-

Таблиця 3.4

Вплив еламіну та стевіозиду на якість клейковини борошна

Борошно		Контроль	З додаван- ням еламіну 3%	З додаван- ням стевіозиду 0,6%	З дода- ван- ням стевіози- ду 1%	З додаван- ням ела- міну 3% та сте- віозиду 0,6%
Показник						
Вміст клей- ковини, %	сирої	32,0 ± 0,6	29,5 ± 0,4	30,6 ± 0,5	30,4 ± 0,4	28,6 ± 0,4
	сухої	11,5 ± 0,22	10,6 ± 0,17	11,0 ± 0,18	10,9 ± 0,20	10,4 ± 0,18
Показ- ники якості клейко- вини	Колір	Світлий із жовту- ватим відтінком	Світлий із зеленува- тим відтінком	Світлий із жовтува- тим відтінком	Світлий із жовтува- тим відтінком	Світлий із зеленува- тим відтінком
	Елас- тич- ність	Хороша	Хороша	Хороша	Хороша	Хороша
	Роз- тяж- ність	Середня 19 ± 0,5 см	Середня 16 ± 1,0 см	Середня 18 ± 0,8 см	Середня 17 ± 1,2 см	Середня 16 ± 1,8 см
Гідратаційна здатність, %		179,0 ± 2,4	172,0 ± 2,8	176 ± 3,0	175 ± 2,1	170 ± 2,9
Деформація Нідк, од. приладу		79,0 ± 2,7	74,0 ± 2,5	78,0 ± 3,0	77,0 ± 2,3	74,0 ± 2,0
Висновок про якість клейковини		Хороша	Хороша	Хороша	Хороша	Хороша

хої – на 0,9 %, що, на нашу думку, може бути зумовлене тим, що частка білка поєднується з еламіном у білково-полісахаридні комплекси, що обмежує утворення гелюклейковини. Додавання стевіозиду в кількості 0,6 та 1 % зменшує кількість сирої клейковини на 1,4 та 1,6 % відповідно, а сухої – на 0,5–0,6 %.

За кольором клейковина з додаванням стевіозиду не змінилася, порівняно з контролем, а з додаванням еламіну мала світлий із зеленуватим відтінком колір. При цьому всі зразки мали хорошу еластичність та середню розтяжність. Результати вимірювань пружних властивостей клейковини з добавками вира-

жали в умовних одиницях приладу ІДК-2. Додавання 0,6 та 1 % стевіозиду знижує гідратаційну здатність клейковини на 4 % завдяки комплексу дитерпенових глікозидів, які зменшують гідратацію протеїнових гелів борошна і сприяють зниженню пружності тіста, а додавання 3 % еламіну зменшує її на 7 %.

За якістю всі зразки клейковини характеризуються як хороші. Використання еламіну та стевіозиду як окремо, так і в комплексі гальмує набрякання клейковини і підвищує пластичність тістових мас, тому використання їх під час виготовлення бісквітів є особливо доцільним. Вплив добавок на розпливчастість клейковини наведено на рис. 3.11.

З рисунка видно, що діаметри кульок клейковини на початковому етапі є однаковими в усіх зразках. Уже після першої години експерименту різниця в діаметрах кульок зразків з еламіном була помітною, а через $108 \cdot 10^{-2}$ с відлежування діаметр кульок зразків з еламіном збільшився на 11 %, діаметр кульок зразків зі стевіозидом майже не змінився.

Проведений комплекс досліджень впливу добавок еламіну та стевіозиду на клейковину дозволяє зробити висновок, що обрані концентрації еламіну та стевіозиду для створення збагаченого йодом бісквіта та бісквіта зі зменшеною кількістю цукру послаблює клейковину борошна та зменшує її гідратаційну

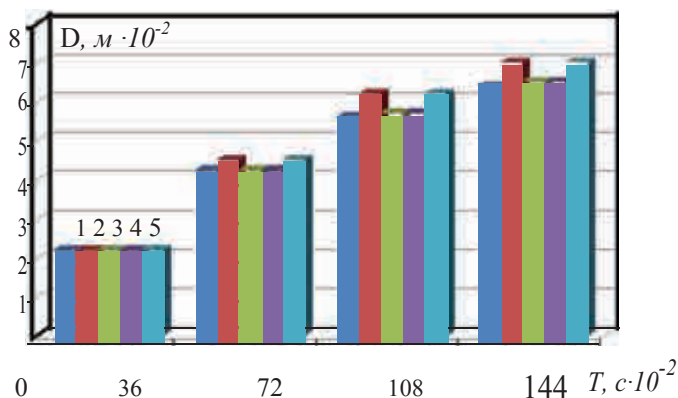


Рис. 3.11. Вплив еламіну та стевіозиду на розпливчастість кульки клейковини: 1 – контроль (без добавок); 2 – додавання 3 % еламіну до маси борошна; 3,4 – додавання 0,6 та 1 % стевіозиду до маси борошна відповідно; 5 – додавання 0,6 % стевіозиду та 3 % еламіну до маси борошна

здатність. Це дозволяє припустити, що тісто буде легше розпушуватися пухирцями діоксиду вуглецю і що це позитивно вплине на виготовлення бісквіта.

Це стало можливим завдяки нашим попереднім дослідженням впливу добавок, еламіну і стевіозиду на поверхневий натяг яйця, дисперсність яєчної піни, якість клейковини борошна. Виявлено, що добавки дозволяють не лише збагатити вироби йодом та зменшити в них кількість цукру на 50–75 %, але і підвищити якість структурних властивостей бісквітного тіста.

На формування структури бісквітного тіста і готового бісквіта значною мірою впливають набрякання і клейстеризація крохмалю, який вводиться за рецептурою.

Отже, важливим є дослідити вплив добавок на крохмаль, тому що він відіграє важливу роль у процесі формування якості під час приготування борошнених кондитерських виробів, особливо з бісквітного тіста.

3.4. Вплив добавок на клейстеризацію крохмалю та структуру бісквітного тіста

Оцінити зміни властивостей крохмалю за наявності еламіну та стевіозиду дозволять показники його клейстеризації (початкова і кінцева температура, тривалість процесу, максимальна в'язкість клейстеру), визначення яких є можливим із використанням амілографа. Вивчення процесу клейстеризації борошна дає уявлення про хід клейстеризації тіста в процесі випічки. Амілограма з дуже високою максимальною в'язкістю характеризує борошно, що дає суху м'якушку, яка часто розтріскується. Амілограма з дуже низькою максимальною в'язкістю свідчить про високу активність амілолітичних ферментів і розщеплення крохмалю з утворенням великої кількості проміжних продуктів розщеплення (декстринів), що призводять до утворення липкої м'якушки.

Для досліджень були використані зразки суміші пшеничного борошна з картопляним крохмалем, в яких масова частка крохмалю складає 20 %, оскільки саме такі використовуються під час виготовлення бісквіта. Попередніми дослідженнями було запропоновано використовувати 0,6 та 1 % стевіозиду та 3 % еламіну до маси борошна, а також їх суміш з 0,6 % стевіозиду та 3 % еламіну до маси борошна. Контролем була суспензія (80 г) із суміші крохмалю картопляного з борошном за вологості 14 %

у 450 мл води без добавок. Результати досліджень клейстеризації картопляного крохмалю в суміші з пшеничним борошном в присутності еламіну та стевіозиду наведено в табл. 3.5.

Додавання стевіозиду в кількості 0,6 та 1 % від маси борошна не змінює температуру та час початку і закінчення клейстеризації крохмалю, але підвищує максимальну в'язкість клейстера на 50 од. ам.

Еламін у кількості 3 % від маси борошна має однаковий вплив на показники клейстеризації крохмалю, як і в комплексі зі стевіозидом (зменшення часу закінчення клейстеризації на 3-60 с, зниження температури початку цього процесу на 1 °С, відсутність впливу на температуру закінчення клейстеризації, спостерігається зростання значень максимальної в'язкості борошняної суспензії на 11 %, що дорівнює 100 од. ам.).

На наш погляд, це можна пояснити впливом на крохмаль кислих полісахаридів, зокрема альгілату натрію та деяких інших, які містять еламін.

Таблиця 3.5

**Показники клейстеризації картопляного крохмалю
в суміші з пшеничним борошном в присутності еламіну
та стевіозиду**

Суміш борошна та картопляного крохмалю	Контроль	Із додаван- ням 3 % еламіну	Із дода- ван- ням 0,6 % стевіозиду	З дода- ван- ням 1 % стевіо- зиду	З додаван- ням 3 % еламіну та 0,6 % стевіозиду
Параметри клейстеризації крохмалю					
Час початку, (·60 с)	25 ± 0,3	25 ± 0,5	25 ± 0,5	25 ± 0,5	25 ± 0,5
Час закінчення, (·60 с)	40,0 ± 1,0	37,0 ± 0,5	41,0 ± 0,5	40,0 ± 0,5	37,0 ± 0,6
Температура початку, °С	60,0 ± 0,5	59,0 ± 0,2	60 ± 0,3	60,0 ± 0,5	59,0 ± 0,3
Температура закінчення, °С	87,0 ± 0,5	87,0 ± 0,2	88,0 ± 1,0	87,0 ± 0,2	87,0 ± 0,5
Максимальна в'язкість, од. ам.	920 ± 10	1020 ± 5	970 ± 10	970 ± 10	1020 ± 7

Отже, можна зробити висновок, що еламін впливає на процес клейстеризації крохмалю, при цьому знижується температура початку та зменшується час закінчення клейстеризації і зростає в'язкість клейстеру. Зміни температури клейстеризації крохмалю впливають на затримання його ретроградації. Це є передумовою гальмування процесів черствіння виробів з бісквітного тіста.

3.5. Математичне моделювання рецептури бісквітів з лікувально-профілактичними спрямуванням

Для об'єктивного визначення раціонального співвідношення рецептурних компонентів визначили зміни чотирьох показників якості бісквіта залежно від кількості стевіозиду, цукру, борошна та крохмалю. З погляду на це доцільно проводити визначення раціональних значень рецептури бісквітів на основі сучасних методів дослідження, до яких, передусім, належать методи математичного моделювання [129]. Проте, беручи до уваги складність взаємозв'язків між вхідними та вихідними змінними готового продукту, що не дає можливості повною мірою використати основні фізико-хімічні закони та певну невизначеність параметрів сировини, що буде перероблятися, математичну модель розробки рецептури доцільно будувати на основі регресійних співвідношень. Використання цієї моделі дає змогу знайти співвідношення між вхідними та вихідними змінними продукту, що розробляється, які в середньому правильно відтворюють ці залежності. Крім того, завдяки використанню сучасної теорії планування експерименту, що полягає в проведенні цілеспрямованих дослідів, можна зменшити кількість експериментів. Ми вирішили проблему зменшення кількості експериментів у три етапи. На першому етапі шляхом проведення цілеспрямованих експериментів знайшли об'єктивні залежності між компонентами рецептури готового продукту й тими значеннями, де є показники якості.

На другому етапі досліджень шляхом використання методів багатокритеріальної оптимізації на основі здобутої математичної моделі знайшли значення рецептури майбутнього продукту, які дозволили максимально наблизитися до бажаних значень показників якості.

На останньому етапі остаточно перевірили знайдені параметри рецептури на відповідність установленим показникам якості та провели корегування.

З погляду на попередні дослідження, у яких авторами визначалася раціональна кількість вхідних компонентів, та спираючись на наші попередні дослідження в'язкості, було з'ясовано, що для одержання виробів зі стевіозидом, наближених за структурою до виробів на цукрі, доцільно лишати від 25 % цукру в рецептурі. Як було встановлено, за солодкістю загальну кількість цукру в рецептурі бісквіта (тобто 100 %) замінює 0,6 % стевіозиду до маси яйця. Враховуючи дослідження в'язкості, а також той факт, що за органолептичними показниками для відчуття традиційного смаку весь цукор у рецептурі бісквіта замінити неможливо, то мінімальна кількість цукру, яку маємо лишити, – це 25 % від загальної кількості цукру в рецептурі, що дорівнює 6,75 % на 100 г сировини. Еквівалентом 25 % цукру є 0,15 % стевіозиду до маси яйця. Завдяки цьому був обраний раціональний діапазон досліджених вхідних змінних. Ці дані були відібрані на основі методу експертного аналізу. Також на основі аналізу показників якості бісквіта було відібрано показники, що дають найбільше уявлення щодо готової продукції, яку б хотіли отримати.

Як параметри оптимізації було взято такі величини: y_1 – органолептична оцінка, y_4 – масова частка вологи, які нормуються вимогами РСТ УССР 1466-90 «Бисквиты. Технические условия»; y_2 – в'язкість (передусім, на нашу думку, вхідні компоненти, оскільки зменшення рецептурної кількості цукру будуть впливати саме на в'язкість тіста), y_3 – масова частка цукру (розрахункова), яка надає переваги зразкам зі зменшеною його кількістю (обрано саме тому, що завданням наших досліджень є формування якості бісквіта зі зменшеною кількістю цукру). Попередніми дослідженнями встановлено раціональну концентрацію еламіну (1,5 % до маси яйця), яка була незмінно внесена в усі зразки.

Визначаючи коефіцієнти вагомості показників у доцільно віддати перевагу показнику, що характеризує необхідну специфічну дію бісквіта, тобто зменшену кількість цукру. Бажаними значеннями показників якості бісквітів були обрані такі: y_1 – 30 б, y_2 – 3 Па·с, y_3 – 6,75 г, y_4 – 26 %. Показник якості y_1 , що характеризує органолептичну оцінку, для зручності був виражений у балах.

Аналіз проведеного комплексу досліджень дозволив обґрунтувати та сформувати якість і рецептури бісквітів з додаванням еламіну та стевіозиду та запропонувати їх асортимент. Проведені дослідження дозволили розробити рецептури бісквітів: з еламіном (що отримав назву «Збагачений»); зі стевіозидом та висівками («Легкий») та з еламіном та стевіозидом («Здоров'я»), який розроблено за допомогою математичного моделювання. Запропонований асортимент розроблених видів бісквітів також включає бісквіт зі стевіозидом «Легкий», який має здатність нормалізувати рівень глюкози в крові смаком, що призначений як для лікувально-профілактичного харчування, так і для розширення асортименту. Для надання відтінку смаку як есенцію використовують корицю, яка до того ж має позитивний вплив на організм людини, що хворіє на ЦД. Кориця має властивість відновлювати чутливість тканин до інсуліну і контролювати цукор крові. Ці зміни мають тимчасовий характер, але регулярне вживання кориці може сповільнити розвиток захворювання і його руйнівні наслідки. Кориця дійсно може знизити рівень цукру в крові, що вже підтверджено нещодавніми дослідженнями вчених.

У 2003 році в медичному журналі *Diabetes Care* було опубліковано статтю про гіпоглікемічні властивості кориці.

Враховуючи дослідження впливу йодовмісної сировини – еламіну на етапи формування бісквітного тіста, була обрана раціональна концентрація внесення добавки та розроблена рецептура бісквіта «Збагачений» і його схема виробництва.

Для обґрунтування лікувально-профілактичної дії бісквітів слід визначити ступінь збереження йоду.

3.6. Визначення ступеня збереження йоду в бісквітах із еламіном

Більшість носіїв йоду є нестійкими. Дослідженнями вчених Циганової, Костюченко, Вега [130–131] встановлено, що найбільшою мірою на втрати йоду впливає температура. Максимальна температура під час виготовлення запропонованих бісквітів становить 180 °С, у результаті чого реальна кількість йоду в кінцевому продукті не завжди відповідає розрахунковій. Це зумовлює необхідність проведення кількісного визначення вмісту йоду в продукті на кінцевій стадії його виробництва. Найбільш надійни-

ми методами визначення масової концентрації йоду в харчових продуктах та добових раціонах є метод із використанням вольтамперометричного аналізатора «Екотест-ВА» стевіозид. Ступінь збереження йоду в розроблених видах бісквітів «Здоров'я» та «Збагачений» (табл. 3.6) визначали, порівнюючи фактичний і розрахунковий вміст елемента в бісквіті, збагаченому йодовмісною сировиною, що досліджувалася. Дослідження проводили на базі Інституту гігієни та медичної екології ім. О. М. Марзєєва та підтверджені протоколами випробувань.

Таблиця 3.6

Вміст йоду в бісквіті до та після теплової обробки

Бісквіт	Вміст йоду, мкг/100 г $\pm 10\%$	
	Розрахунковий	Фактичний, після випікання
«Збагачений»	164,7	171,6
«Здоров'я»	202,7	215,7

На підставі проведених досліджень доведено, що тепла обробка несуттєво (у межах похибки) змінює вміст йоду в бісквітах. Це пов'язано з тим, що йод в еламіні міститься в органічній формі, тобто пов'язаний з білком, а тому під час теплової обробки бісквітів не втрачається.

Спираючись на сучасні наукові принципи, можна висунути гіпотезу, що розроблені види бісквітів після підтвердження відповідними клінічними дослідженнями можуть бути віднесені до лікувально-профілактичних харчових продуктів. Під час вживання рекомендованої добової дози бісквіта (50 г) організм отримує 86 ± 8 – 108 ± 11 мкг йоду, що становить 54–71 % добової потреби здорової людини. Окрім збагачення йодом у бісквіті «Здоров'я», порівняно з контролем, кількість цукру зменшено на 50 %.

Отже, на підставі отриманих даних можна зробити висновок про те, що розроблені продукти, а саме бісквіти «Збагачений» та «Здоров'я», характеризуються підвищеною біологічною цінністю у зв'язку зі збагаченням їх йодом, який добре зберігається в процесі випікання бісквітів.

Використана йодовмісна сировина дозволяє отримати високий ступінь збереження йоду в процесі виробництва бісквітів. Для підтвердження того, що розроблені вироби можна пропонувати із метою профілактики йододефіцитних захворювань дітям і дорослим проведені відповідні клінічні дослідження.

3.7. Розрахунок глікемічного індексу бісквітів зі стевіозидом

Одним із важливих показників, на який слід звертати увагу під час розробки продуктів для хворих ЦД, є показник або «індекс глікемічного навантаження». Цей показник дозволяє міркувати про фактичний рівень засвоєння вуглеводів порції страви, а також добового харчового раціону в цілому. Знаючи ГІ вхідних продуктів та індекс глікемічного навантаження фактичного раціону харчування, можна оцінити і відрегулювати загальний рівень і допустимість глікемічного навантаження за добу. Звичайне сумарне повсякденне харчове навантаження за ГІ коливається в широких межах – у середньому між 60–180 од. Низьким вважається рівень сумарного глікемічного навантаження, що не перевищує 80, середнім – від 81 до 119, високим – 120 і більше.

Глікемічний індекс – це показник впливу їжі на рівень цукру в крові, що показує, з якою швидкістю глюкоза внаслідок процесів травлення потрапляє у кровообіг. Оцінювання ГІ проводять за 100-бальною шкалою. Як стандарт, з яким порівнюють ГІ зразка, прийнято обирати глюкозу, або білий пшеничний хліб. Продукти з високим ГІ для засвоєння потребують великої кількості гормону інсуліну, на нестачу якого страждають хворі на ЦД. Установлення показників ГІ здійснюється за двома методиками: розрахунковим способом і в клінічних умовах. Досліджено, що розрахункові значення ГІ є більшими, ніж визначені в клінічних умовах, що пояснюється стимулюванням білками секреції інсуліну. Розрахунки та порівняння ГІ нових бісквітів та контрольного наведено в табл. 3.7.

Показник глікемічності розраховано як відсотковий вміст легкозасвоюваних (швидких) вуглеводів до їх загальної кількості в сировині та готовому виробі. За 100 приймають ГІ глюкози; відповідно, фруктоза – 20, мальтоза – 105, цукроза – 75, крохмаль – 70.

Розрахунки свідчать про те, що заміна цукру природним 50 % підсолоджувачем стевіозидом, який має ГІ = 0, забезпечує зменшення ГІ на 21 %, а 75 % заміна знижує ГІ на 42 %. Отримані результати ГІ для бісквітів «Здоров'я» та «Легкий» – 34,04–25,82, що відповідає низькому показнику ГІ раціону харчування (від 10 до 40 од.). Отриманий показник рекомендовано дієтологами для людей, що мають зайву вагу і прагнуть схуднути, а контрольний бісквіт відповідає середньому показнику ГІ (від 40 до

60). На підставі одержаних результатів можна підтвердити, що і з погляду глікемічності доцільно замінити частку цукру в рецептурі бісквіта стевіозидом.

Таблиця 3.7

Результати розрахунків глікемічного індексу

Вуглеводи		ГІ	Бісквіти		
			Контроль	«Здоров'я»	«Легкий»
Моносахариди	Глюкоза	100	0,3	0,3	0,3
			0,2	0,3	0,3
	Фруктоза	20	0,01	0,01	0,01
			0,001	0,001	0,01
Ди-, три-, тетра-сахариди	Лактоза	50	0,02	0,02	0,02
			0,01	0,01	0,01
	Мальтоза	105	0,01	0,01	0,01
			0,01	0,01	0,01
	Сахароза	75	34,4	20,3	10,7
			25,8	15,2	8,0
Полісахариди	Геміцелюлоза	0	1,5	1,9	2,1
	Клітковини	0	0,06	0,08	0,68
	Крохмаль	70	24,8	26,4	23,5
			17,4	18,5	16,5
ГІ			43,5	34,0	25,8

3.8. Визначення харчової цінності бісквітів з лікувально-профілактичним спрямуванням

Харчова цінність бісквітів, як і будь-якого харчового продукту, визначається, передусім, його хімічним складом – кількісними характеристиками та збалансованістю за основними поживними речовинами, а саме: вмістом білків, жирів, вуглеводів, а також їх амінокислотним, жирокислотним і вуглеводним складом, калорійністю та засвоюваністю, вмістом вітамінів, мінеральних речовин та інших БАР. Для характеристики харчової цінності нових бісквітів розрахунковим методом визначили вміст основних нутрієнтів, енергетичну цінність. Дані аналізували, порівнюючи з контрольним зразком.

Таблиця 3.8

**Харчова та біологічна цінність бісквіта
«Збагачений» з йодом**

Складові частини бісквіта	Добова потреба організму людини, мг	Контроль без добавок, на 100 г продукту	Розроблений бісквіт, на 100 г продукту
1	2	3	4
Масова частка вологи, %		25,9 ± 0,5	27,1 ± 0,5
Білки, г	75–90	10	10
Жири, г	80–85	7	7
Вуглеводи, у тому числі, г:	280–365	60	59
моно- і дисахариди, г		36	35
крохмаль та інші полісахариди, г	20–25	24	24
клітковина, г		0	0
Зола, г	–	0,7	0,7
Мінеральні речовини, мг			
Калій	2500–5000	126	165
Кальцій	800	40	44
Фосфор	1000–1500	138	152
Залізо	15	2,0	2,5
Йод, мкг	150–300	–	170
Вітаміни, мг			
Тіамін, В1	1,5–2,0	0,1	0,3
Рибофлавін, В2	2,0–2,5	0,2	0,4
Нікотинова кислота, РР	15–25	0,3	0,6
Енергетична цінність (калорійність), кДж (кКал)	11900 (2850)	1393 (337)	1330 (318)

Із досліджень видно, що розроблені бісквіти, порівняно з традиційним (без добавок), характеризуються підвищеним

вмістом практично всіх важливих для організму людини речовин. Зокрема, «Здоров'я» та «Збагачений» (з йодовмісною сировиною) можуть повністю задовольнити добову потребу людини в йоді.

Вологість бісквітів впливає на їх фізичні властивості, мікрофлору та інші властивості. Виявлено збільшення масової частки вологи (МЧВ) в усіх розроблених зразках, порівняно з контролем. Для бісквітів «Збагачений» та «Здоров'я» цей показник не перевищує вимоги нормативної документації: не більше ніж $25 \pm 3\%$. Це свідчить про можливість підвищення виходу бісквітів під час використання для їх виробництва еламіну та стевіозиду в результаті зменшення упікання. Незначне підвищення вологості спостерігалось у бісквітів «Легкий» із додаванням пшеничних висівок, що, імовірно, пов'язано з більш високим вмістом клітковини, що сприяє утримуванию вологи. Негативним наслідком збільшення МЧВ може бути більш активний розвиток мікрофлори. Масову частку загального цукру вдалося знизити завдяки заміні його на природній підсолоджувач стевіозид і до того ж зберегти традиційні відчуття солодкості.

Вміст білків суттєво не змінився. Значних змін зазнав їх вуглеводний склад. Загальний вміст легкозасвоюваних вуглеводів у бісквітах «Легкий» та «Здоров'я» зменшився на 69 та 40 % відповідно, що є наслідком заміни частини цукру стевіозидом. Також уваги заслуговує збільшення харчових волокон у бісквітах «Легкий», порівняно з контролем.

Це відбувається завдяки включенню до рецептури висівок. Відомо, що організм не засвоює харчові волокна, однак у процесі травлення вони відіграють винятково важливу роль – сприяють перистальтиці кишечника, а також виведенню солей важких металів, холестерину, утворюють нерозчинні хімічні сполуки з токсичними речовинами, радіонуклідами та виводять їх з організму, а також впливають на ГІ виробів. Ученими різних країн проводяться дослідження із встановлення ГІ різних харчових продуктів. Такі дослідження є дуже популярними та актуальними, а для людей, які повинні дотримуватися дієт і страждають на ЦД, знання про глікемічний індекс продуктів, що вони споживають, є необхідними. Дослідженням ГІ розроблених бісквітів присвячено наступний пункт розділу.

Таблиця 3.9

**Харчова та біологічна цінність бісквітів
«Здоров'я» та «Легкий»**

Складові частини бісквіта	Добова потреба організму людини, мг	Контроль без добавок, на 100 г продукту	Розроблений вид бісквіта «Здоров'я», на 100 г продукту	Розроблений вид бісквіта «Легкий», на 100 г продукту
Масова частка вологи, %		25,9 ± 0,5	28,0 ± 0,2	26,2 ± 0,4
Білки, г	75–90	10	12	13
Жири, г	80–85	7	8	8
Вуглеводи, у тому числі, г: моно- і дисахариди, г	280–365	60 36	50 22	44 11
крохмаль та інші полісахариди, г	20–25	24	28	33
клітковина, г		0	0	2
Зола, г	–	0,7	1,6	1,2
Мінеральні речовини, мг				
Калій	900–110	126	212	216
Кальцій	600–800	40	53	60
Фосфор	1000–1200	138	163	222
Залізо	15	2,0	3,5	3,5
Йод, мкг	150–300	–	200	–
Вітаміни, мг				
Тіамін, В1	1,5–2,0	0,1	0,3	0,1
Рибофлавін, В2	2,0–2,5	0,2	0,4	0,5
Нікотинова кислота, РР	15–25	0,3	0,6	1,2
Енергетична цінність (калорійність), кДж (кКал)	11900 (2850)	1390 (337)	1247 (311)	1246 (296)

3.9. Клінічні дослідження впливу розроблених видів бісквітів з еламіном та стевіозидом на організм людини

Недостатність йоду в біосфері та профілактика йододефіцитних захворювань є глобальною медико-санітарною проблемою. В Україні 1/3 території визнана зонами стабільного ендемічного йододефіциту. Для підтвердження висуненої нами гіпотези щодо можливості використання з метою профілактики йододефіцитних захворювань бісквітів, фортифікованих йодом (завдяки введенню до складу їх рецептур еламіну) проведено клінічні дослідження. Ці дослідження проводились на підставі «Договору про творче співробітництво» з Охтирською центральною районною лікарнею (ОЦРЛ) у відділенні дієтичних, клінічних і медико-профілактичних досліджень під керівництвом д-ра мед. наук. проф. Ю. Г. Дульського.

Результат досліджень екскреції йоду з сечею свідчать про збільшення рівня екскреції йоду із сечею в усіх пацієнтів, що вживали бісквіт. Збільшений відсоток екскреції йоду з сечею у практично здорових пацієнтів (≤ 90 мкг/л) пояснюється органічною природою йоду (носієм якого є еламін).

Відомо, що органічний йод накопичується в організмі за потреби, а надлишок виводиться із сечею, на відміну від неорганічного йоду, який є активною сполукою і легко проникає в кров та вступає у хімічні реакції з органічними сполуками травного тракту та організму, змінюючи або знищуючи їх.

Механізм регулювання органічного йоду, що надходить ззовні, контролюється через систему гомеостазу, тому ступінь засвоєння йоду для кожного організму залежить від потреби. Надлишок йодованих амінокислот (йодтирозинів), перетворюючись у геноцитах печінки на глюкуроніан, природно виводиться з організму, тому не спостерігається накопичення йоду, його передозування та небажані наслідки. Цим вигідно відрізняються джерела органічного йоду від будь-яких джерел неорганічного.

Дослідження кількості тиреотропного гормону, тиреотропіну (ТТГ), тироксиду вільного (Т₄ вільн.), антитіл до пероксидази щитовидної залози показали, що в усіх пацієнтів спостерігалася стабілізація до оптимальних співвідношень гормонів тиреоїдного пакету. У практично здорових пацієнтів не відмічено перенасичених йодом станів чи алергічних реакцій.

Беручи до уваги те, що у багатьох хворих йододефіцитний стан був поєднаний із зайвою вагою та ЦД вивчено ефективність вживання бісквіта «Здоров'я», збагаченого еламіном, з одночасною заміною частки цукру в його рецептурі стевіозидом. У хворих вивчено вміст гормонів, які беруть участь у регуляції вмісту цукру в крові, оскільки стевіозид, який міститься в бісквіті, може вплинути на ці показники і, як наслідок, на стан здоров'я пацієнтів з ЦД.

З проведених досліджень можна зробити висновок, що споживання бісквіта зі стевіозидом та еламіном позитивно впливає на вміст гормонів, які беруть участь в регуляції вмісту цукру в крові, особливо на вміст інсуліну. Після вживання бісквіта зі стевіозидом та еламіном протягом 21 доби спостерігалися незначна стабілізація вмісту інсуліну та глюкагону і, як наслідок, і адреналіну та кортизолу.

Медиками зроблено висновок, що новий вид бісквіта зі стевіозидом та еламіном позитивно впливає на збалансування гормонального фону пацієнтів, які хворіють на ЦД та мають йодну недостатність. Таким чином, бісквіт, який у своєму складі містить стевіозид та еламін, можна рекомендувати людям, які хворіють на ЦД та мають йодну недостатність. Його можна споживати як додаток до основного раціону харчування як лікувально-профілактичну добавку. Про позитивний вплив нових бісквітів на стан здоров'я хворих свідчить медичний висновок, наданий головним лікарем «ОЦРЛ» П. П. Збаражським. Результати клінічних досліджень викладено в Додатку Ф.

Беручи до уваги попередні дослідження, розроблено та запропоновано упаковки разової порції бісквіта, таку упаковку розроблено та запропоновано до використання в готелях, ресторанах, кафе України з урахуванням добової потреби в мікроелементах для людини. (Додаток X).

3.10. Висновки та рекомендації для готелів та ресторанів стосовно технології виробництва бісквітів з лікувально-профілактичним спрямуванням

Встановлено, що використання еламіну та стевіозиду підвищує споживні властивості, позитивно впливає на процес утворення бісквітного тіста, а як наслідок, і готового продукту.

Доведено, що еламін характеризує себе як стабілізатор пінної структури (підвищується стійкість яєчної піни з еламіном на 67 %, виявлено тенденцію до зв'язування вологи, зафіксовано зменшення полідисперсності піни. Виявлено доцільність використання сухого еламіну в кількості 1,3–1,5 %, що дозволяє підвищити ПЗ та ПС з одночасним скороченням процесу збивання яєчної суміші вдвічі.

Визначено доцільність заміни $\frac{3}{4}$ частки цукру на 0,45 % стевіозиду до яєчної маси разом з використанням пшеничних висівок, з одночасним збереженням в'язкісних характеристик на рівні контролю.

Застосовуючи метод математичного моделювання, встановлено раціональне співвідношення вхідних компонентів (цукор : стевіозид : еламін) у співвідношенні (20:0,2:1). Дослідження харчової цінності, хімічного складу бісквітів з еламіном та стевіозидом показали, що кількість моно- і дисахаридів у них зменшується, порівняно з контролем, на 40–69 %, а кількість харчових волокон збільшується, що впливає на ГІ і дозволяє рекомендувати розроблені вироби для профілактики захворювань ЦД. Якість розробленої продукції перевищує контроль завдяки підвищенню вмісту харчових волокон, вітамінів і мінеральних речовин, зокрема йоду. Досліджено його вміст (171–215 мкг/100 г) в розроблених бісквітах, що дає змогу задовольнити добову потребу дорослої людини в цьому мікроелементі.

Клінічними дослідженнями встановлено, що введення до рецептур бісквітів «Здоров'я», «Збагачений» та «Легкий» таких природних добавок, як екстракт стевії (стевіозид), концентрат із морської водорості ламинарії (еламін), пшеничні висівки, сприяє фортифікації їх мінерального складу. Розроблено рецептури та схеми виробництва бісквітів «Здоров'я», «Збагачений» та «Легкий». Отримано патенти на розроблення виробу. Затверджено нормативно-технічну документацію ТУ У 15.8-01566330-289:2013.

РОЗДІЛ 4

Розробка технології пастильних виробів з лікувально- профілактичним спрямуванням

У даному розділі проведені дослідження щодо використання екстракту стевії для зменшення вуглеводного навантаження та йодовмісної сировини, які є нетрадиційними для виробництва пастильних виробів, досліджено їх вплив на показники якості, що пов'язано з їх властивостями. Встановлено ступінь збереження йоду та розраховано глікемічний індекс розробленої сировини. Визначено споживні властивості кондитерських виробів та надані рекомендації для готелів та ресторанів, які використовують технології виробництва кондитерських виробів з лікувально-профілактичним спрямуванням.

4.1. Вплив водного екстракту стевії на кінетику набрякання агару

Початковий етап формування якості пастильних виробів під час виробництва характеризується ступенем набрякання біополімерів [132]. Цей процес супроводжується збільшенням маси та об'єму, що пов'язано з поглинанням драглетутворювачем розчинника, після чого відбувається подальше його розчинення під час нагрівання.

Згідно з аналітичними даними, що наведені в п. 1.1, встановлено доцільність використання агару як структуроутворювача, який є гідроколоїдною високомолекулярною сполукою (ВМС) та належить до типу лінійних біополімерів необмеженого набрякання, процес якого закінчується розчиненням і утворенням молекулярних розчинів. Від ступеня набрякання залежить

розчинність його молекул, що підвищує загальну концентрацію й зумовлює формування більш міцних драглів.

У виробках, що виготовляються за класичної рецептури, розчинником є вода питна підготовлена, а в рецептурі, яка була запропонована нами, розчинником виступає водний екстракт стевії (ВЕС), у складі якого наявні дитерпенові глікозиди. Відомості про вплив глікозидів на агарові драглі відсутні, що викликає науковий інтерес до перебігу набрякання лінійного полімеру в цьому розчиннику.

Тому для дослідження обрано діапазон концентрацій ВЕС $C_{\text{вес}} = 0,01\text{--}2,0\%$ з урахуванням зміни органолептичних та структурно-механічних показників цукрового сиропу (ЦС), оскільки цукор білий є не лише носієм солодкого смаку, а й структуротворювачем.

Ученими доведено [133], що на процес набрякання агару суттєвий вплив має температура та концентрація розчинника в системі, тривалість набрякання, тому дослідження проводили протягом $\phi = 60\text{'60}$ с, в інтервалі температур $t = (15,0\text{--}25,0) \pm 1,0\text{ }^{\circ}\text{C}$, результати дослідження наведені в табл. 4.1.

Таблиця 4.1

Ступінь набрякання агару $P \geq 0,95, n = 5$

Розчинник агару	Тривалість процесу набрякання, $\phi\text{'60}$, с							
	10		20		40		60	
T, $^{\circ}\text{C}$	$15 \pm 1,0$	$25 \pm 1,0$	$15 \pm 1,0$	$25 \pm 1,0$	15 ± 1	25 ± 1	15 ± 1	25 ± 1
0,01 % ВЕС (контроль), %	$98 \pm 0,7$	$104 \pm 0,5$	$138 \pm 0,7$	$144 \pm 0,7$	$168 \pm 0,7$	$177 \pm 0,8$	$184 \pm 0,7$	$191 \pm 0,6$
1,0 % ВЕС, %	$136 \pm 0,9$	$142 \pm 0,7$	$165 \pm 0,9$	$174 \pm 0,7$	$179 \pm 0,9$	$189 \pm 0,8$	$194 \pm 0,9$	$198 \pm 0,9$
1,5 % ВЕС, %	$141 \pm 0,7$	$148 \pm 0,9$	$167 \pm 0,8$	$179 \pm 0,8$	$183 \pm 0,9$	$192 \pm 0,9$	$195 \pm 0,8$	$201 \pm 0,8$
2,0 % ВЕС, %	$144 \pm 0,6$	$149 \pm 1,0$	$168 \pm 0,6$	$183 \pm 0,7$	$185 \pm 1,0$	$194 \pm 0,6$	$199 \pm 0,9$	$203 \pm 0,7$

Одержані значення дослідних систем підтвердили залежність ступеня набрякання агару у ВЕС за концентрації $C_{\text{вес}} = 0,01\text{--}2,0\%$ та визначених температур, що пояснюється природою біополімеру. Розчинення молекули ВМС у розчиннику ВЕС розглядається як процес, перебіг якого зумовлений енергетичною взаємодією між молекулами розчиненої речовини та розчинником і дією ентропійного фактора, який характеризує розподіл молекул розчиненої речовини в розчиннику. За умови підвищення температури розчинника значення ентропійного фактора збільшується і простежується процес їх змішування [134].

Набрякання агару визначається швидкістю дифузії макромолекул у розчиннику. Цей процес спричиняє досягнення системою вирівнювання концентрацій і хімічного потенціалу компонентів. Тому швидкість набрякання визначається швидкістю дифузії молекул розчинника в лінійному полімері, а процес його перебігу має перший порядок. Аналізуючи дані експериментальних досліджень, установили раціональний температурний параметр процесу набрякання агару в розчиннику: $t = 25,0 \pm 1,0\text{ }^{\circ}\text{C}$, що пояснюється дією ентропійного фактора, детальні результати роботи викладено в праці [135].

На наступному етапі досліджено вплив ВЕС за концентрації $C_{\text{вес}} = 0,01\%$ (контроль) та $C_{\text{вес}} = 1,0\text{--}2,0\%$ на кінетику набрякання агару (рис. 4.1).

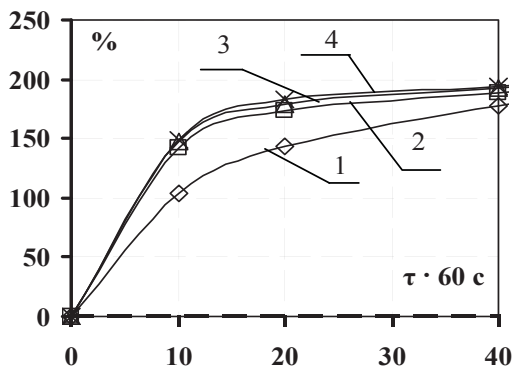


Рис. 4.1. Зміна ступеня набрякання агару у присутності ВЕС:
1 – система «агар–0,01 % ВЕС» (контроль); 2 – система «агар–1,0 % ВЕС»;
3 – система «агар–1,5 % ВЕС»; 4 – система «агар–2,0 % ВЕС»

Установлено, що ступінь набрякання біополімеру під дією ВЕС інтенсивно збільшується в інтервалі часу $\phi = (18-22) \cdot 60$ с з подальшим уповільненням і досягненням рівноважного стану $\phi = (23-60) \cdot 60$ с. У проміжку часу $\phi = 60 \cdot 60$ с значення в обраних концентраціях ВЕС у системі мають майже однакові показники, які перевищують значення контрольного зразка на 3,6–6,3 %. Отримані дані дають підставу скоротити час набрякання агару, використовуючи ВЕС за концентрації $C_{\text{вес}} = 1,0-2,0$ % до $\phi = (25-30) \cdot 60$ с. Після досягнення системами повної рівноваги $\phi = 60 \cdot 60$ с досліджено дисперсний склад агару та проаналізовано розмір його частинок (рис. 4.2).

Очевидно, що дисперсний склад системи «агар–2,0 % ВЕС» суттєво відрізняється від контролю, основна фракція частинок дорівнює $(38-57) \cdot 10^3$ мкм, тоді як у контрольному зразку – $(18-29) \cdot 10^3$ мкм, а для систем «агар–1,0 % ВЕС» та «агар–1,5 % ВЕС» – $(20-31) \cdot 10^3$ та $(30-46) \cdot 10^3$ мкм відповідно. В діапазоні концентрації ВЕС $C_{\text{вес}} = 1,0-2,0$ % спостерігається

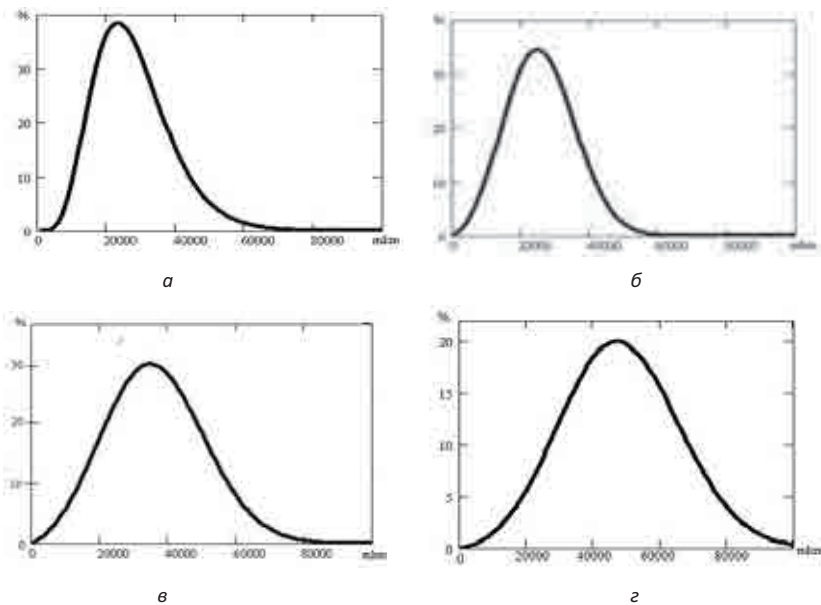


Рис. 4.2. Дисперсний склад набряклого агару в розчиннику:
а – система «агар–0,01 % ВЕС» (контроль); б – «агар–1,0 % ВЕС»;
в – «агар–1,5 % ВЕС»; г – «агар–2,0 % ВЕС»

ся збільшення частинок набряклого агару, який характеризується середнім розміром частинок – $(27-29) \cdot 10^3$, $(37-39) \cdot 10^3$, $(49-51) \cdot 10^3$ мкм відповідно, тоді як у контролі – $(23-25) \cdot 10^3$ мкм.

Значення дисперсного складу контрольної системи та системи «агар–1,0 % ВЕС» відрізняються несуттєво, однак, порівнюючи із системами «агар–1,5 % ВЕС» та «агар–2,0 % ВЕС», середній розмір частинок збільшується на 38,5 та 53,8 % відповідно.

Одержані значення, вірогідно, пов'язані з проникненням молекули ВЕС в агар, який заповнює вільні прошарки між макромолекулами, що спричиняє більше розгортання молекулярного ланцюга завдяки зміні активності H^+ , тобто рН-середовища.

Враховуючи, що електростатична взаємодія між дисоційованими $-NH_2^-$ та $-COOH^-$ групами в білку є недостатньо вираженою, вплив зміни рН-середовища є вагомим під час виробництва пастильних виробів. Використовуючи ВЕС за рН 6,64 як розчинник агару, рН середовища змінюється до слабокислого, у результаті чого відбувається процес іонізації функціональних груп (NH_2^- та $COOH^-$) і, як результат, молекула агару набуває заряду, що зумовлює підвищення його ступеня набрякання. Тому доречним є дослідження структурно-механічних властивостей агарового драглю під впливом ВЕС як розчинника з попереднім визначенням зміни за умови зниження температури ефективної в'язкості зразків.

4.2. Дослідження впливу ВЕС як розчинника на ефективну в'язкість системи гідроколоїду

На формування якості готових виробів впливає в'язкість системи, яка характеризує текучість пастильних мас. Використовуючи як розчинник ВЕС, який впливає на процес набрякання агару, можливі зміни цього показника. Тому регулювання в'язкості рецептурної суміші є передумовою одержання готового виробу належної якості агарового драглю.

Аналізуючи дані, наведені на рис. 4,3, визначено підвищення в'язкості дослідних зразків зі зниженням температури.

Установлено, що найменші значення ефективної в'язкості має система під дією температури $t = 90\text{ }^{\circ}\text{C}$, а найвищі – $t = 50\text{ }^{\circ}\text{C}$. Поступове зниження температури в діапазоні від 20 до $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ показників ефективної в'язкості не змінює. За вказа-

них температур в інтервалі $t = 50\text{--}90\text{ }^{\circ}\text{C}$ цей показник для контрольної системи має в'язкість $1,87\text{--}0,45 \cdot 10^3\text{ Па}\cdot\text{с}$; у системах «агар-1,0 % ВЕС», «агар-1,5 % ВЕС», «агар-2,0 % ВЕС», відповідно, $1,87\text{--}0,62 \cdot 10^3\text{ Па}\cdot\text{с}$, $1,94\text{--}0,83 \cdot 10^3\text{ Па}\cdot\text{с}$ та $1,96\text{--}0,96 \cdot 10^3\text{ Па}\cdot\text{с}$. Така тенденція пов'язана зі здатністю агару утворювати водневі зв'язки та формувати просторову сітку драглю при зниженні температури, нижчої за температуру драглеутворення $t = 50 \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$. При цьому спостерігається зростання ефективної в'язкості до сталого значення $\eta = 2,3\text{--}2,5\text{ Па}\cdot\text{с}$, що з часом характеризується як «золь-гель» перехід системи. Під час зниження температури броунівський рух молекул води в системі впорядковується, що характеризується утворенням каркаса термотропного драглю.

Порівнюючи експериментальні дані ефективної в'язкості всіх систем, зазначимо, що з підвищенням концентрації розчинника ВЕС до $C_{\text{вес}} = 2,0\text{ \%}$ відбувається наростання ефективної в'язкості, що, вірогідно, пов'язано з накопиченням більшої кількості пектинових речовин у системі розчинника, які знаходяться у складі стевії. Ця залежність є передумовою зміни часу процесу структуроутворення.

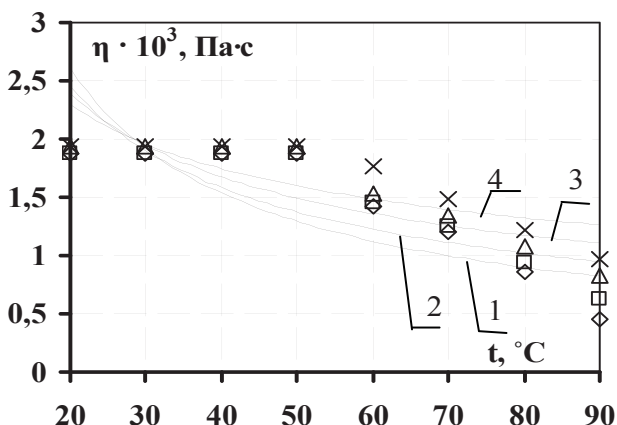


Рис. 4.3. Залежність ефективної в'язкості системи «агар та розчинник» від дії температури: 1 – система «агар-0,01 % ВЕС» (контроль); 2 – система «агар-1,0 % ВЕС»; 3 – система «агар-1,5 % ВЕС»; 4 – система «агар-2,0 % ВЕС»

4.3. Дослідження процесу структуроутворення агарових драглів у присутності ВЕС

Використання агару під час виробництва пастильних виробів відіграє важливу роль через його властивості зв'язувати вільну вологу та сприяти формуванню необхідної структури готового виробу, що безпосередньо має вагомий вплив на формування його якості.

Умовою одержання належної структури пастильних виробів є дотримання необхідних умов під час формування агарових драглів. Установлено, що за умови охолодження дослідної системи агару до температури $t = 20 \pm 2$ °C утворюються драгли з різними структурно-механічними та пружно-еластичними характеристиками, що вказує на вплив сировини рецептурної суміші з різною природою взаємодій.

На рис. 4.4 представлено кінетику структуроутворення агару в дослідних системах за різної концентрації розчинника.

З отриманих результатів спостерігається підвищення міцності драглу за умови додавання як розчинник ВЕС. Слід зазначити, що більшим значенням міцності з наведених систем характеризується система «агар–1,0 % ВЕС»: $y = 4,5 \cdot 10^3$ г/см², тоді як для системи «агар–0,01 % ВЕС» значення дорівнює $y = 4,0 \cdot 10^3$ г/см²,

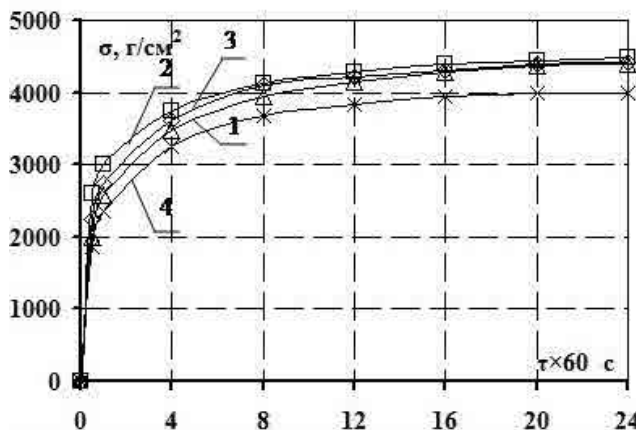


Рис. 4.4. Кінетика структуроутворення агарового драглу:
1 – система «агар–0,01 % ВЕС» (контроль); 2 – система «агар–1,0 % ВЕС»;
3 – система «агар–1,5 % ВЕС»; 4 – система «агар–2,0 % ВЕС»

а для систем «агар-1,5 % ВЕС» та «агар-2,0 % ВЕС» – $y = 4,4 \cdot 10^3$ та $y = 4,3 \cdot 10^3$ г/см². Встановлено, що в контрольному зразку показник міцності зростає протягом $\phi = 1-16 \cdot 60$ с, а в інтервалі часу $\phi = (16-24) \cdot 60$ с майже не змінюється.

Подібну тенденцію зміни міцності мають системи драглю агару з ВЕС за концентрації $C_{\text{ВЕС}} = (1,0-2,0)$ %. Виявлено, що міцність зразків драглю з використанням ВЕС у концентраціях $C_{\text{ВЕС}} = (1,0-2,0)$ % інтенсивно зростає приблизно до $\phi = 20 \cdot 60$ с. Найменшу зміну міцності зазначених зразків зафіксовано в інтервалі часу $\phi = (20-24) \cdot 60$ с. Для контрольного зразка кінцевий час виникнення взаємодій та утворення міцної характерної структури становить в інтервалі $\phi = (16-24) \cdot 60$ с, а для систем з розчинником ВЕС цей інтервал становить $\phi = (20-24) \cdot 60$ с.

Очевидно, що процес завершення структуроутворення модельних систем є однаковим: $\phi = 24 \cdot 60$ с, але діапазон часу формування для систем з ВЕС за концентрації $C_{\text{ВЕС}} = (1,0-2,0)$ % скорочується на $\phi = 4 \cdot 60$ с відповідно до контрольної системи, що є позитивним з точки зору планування процесу виробництва пастильних виробів зі стевією та еламіном.

Під час дослідження зміни міцності та періоду структуроутворення в системах за умови використання як розчинника ВЕС виявлено, що відбувається формування міжмолекулярних взаємодій різної природи.

У зв'язку з отриманими результатами необхідним є моделювання рецептурного складу цукрового сиропу за допомогою варіювання концентрацій агару та ВЕС у системі «агар-ВЕС». Для досягнення мети побудовано математичну модель, яка дала можливість знайти відповідні аналітичні дослідження між вхідними та вихідними показниками системи [136].

Вхідні змінні було представлено такими величинами: x_1 – концентрація агару, x_2 – концентрація розчинника ВЕС. Як показники якісних характеристик драглю агару обрано такі величини: y_1 – міцність агарового драглю, y_2 – гранична напруга зсуву. Для опису залежностей використано квадратичну модель, визначення коефіцієнтів моделі шляхом проведення повного факторного експерименту, побудовано таблицю, яка налічує 9 дослідів. На основі плану експерименту було створено матрицю експерименту F, яка враховує обраний вид математичної моделі.

Проведено дослідження залежності міцності агарового драглю за різних його концентрацій та ВЕС у динаміці. З рис. 4.5 ви-

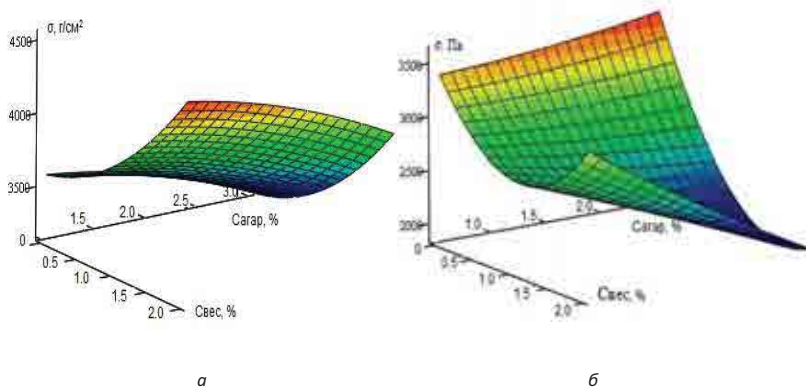


Рис. 4.5. Зміна структурно-механічних показників агарового драглю залежно від концентрації біополімеру та розчинника:
а – міцності драглів, г/см²; б – гранична напруга зсуву, Па

значено раціональні співвідношення рецептурних компонентів як з погляду міцності системи «агар 0–ВЕС», так, відповідно, показника граничної напруги зсуву: $x_1 = 3,0$ % агару в діапазоні варіювання 2,0–3,0 % і $x_2 = 1$ %, в діапазоні 1,0–2,0 %.

Отже, використання ВЕС як розчинника за концентрації $C_{\text{ВЕС}} = (1,0\text{--}2,0)$ % сприяє підвищенню показника міцності та граничної напруги зсуву агарового драглю. Шляхом математичного моделювання знайдено раціональні співвідношення концентрацій агару та ВЕС у кодованих змінних значеннях, які перевірено при проведенні додаткових експериментів для уточнення окремих показників з урахуванням можливості їх коливання. У результаті встановлено, що збільшення концентрації ВЕС і зниження концентрації агару погіршує структурно-механічні показники драглів, тобто властивості ВЕС не компенсують зниження рецептурної кількості агару.

4.4. Визначення граничної напруги зсуву та температурних умов формування якості агарових драглів

Варто зазначити, що агарові драглі зі сформованою структурою характеризуються певним показником граничної напруги зсуву, що прямо впливає на консистенцію готового виробу.

На рис. 4.6 наведено динаміку зміни граничної напруги зсуву залежно від часу в дослідних системах. Визначено, що найвищі значення граничної напруги зсуву притаманні системам агарового драглю з використанням різних видів розчинника на початковому етапі зберігання, а саме: для контрольної системи гранична напруга зсуву дорівнює $\sigma = 3,5 \cdot 10^3$ Па; для системи «агар-1,0 % ВЕС» – $\sigma = 3,7 \cdot 10^3$ Па; для системи «агар-1,5 % ВЕС» – $\sigma = 3,2 \cdot 10^3$ Па; для системи «агар-2,0 % ВЕС» – $\sigma = 2,7 \cdot 10^3$ Па. Менш інтенсивну зміну показника мають усі досліджені системи на $\tau = 24 \cdot 60$ та $48 \cdot 60$ с.

Значення граничної напруги зсуву на початку експерименту для контрольної системи дорівнювало $\sigma = 3,5 \cdot 10^3$ Па, після $24 \cdot 60^2$ та $48 \cdot 60^2$ с зберігання – $3,0 \cdot 10^3$ і $2,9 \cdot 10^3$ Па відповідно. Для системи «агар-1,0 % ВЕС» гранична напруга зсуву склала, відповідно, $3,7 \cdot 10^3$; $3,3 \cdot 10^3$, $3,2 \cdot 10^3$ Па, для системи «агар-1,5 % ВЕС», відповідно, $3,2 \cdot 10^3$; $2,8 \cdot 10^3$ і $2,6 \cdot 10^3$ Па, для системи «агар-2,0 % ВЕС», відповідно, $2,7 \cdot 10^3$; $2,3 \cdot 10^3$ і $1,9 \cdot 10^3$ Па.

Динаміка зміни граничної напруги зсуву для зразків на початковому етапі зберігання, вірогідно, свідчить про виникнення та формування сильних міжмолекулярних взаємодій, а також про утворення різної природи хімічних зв'язків, що відповідає наведеним вище даним кінетики структуроутворення.

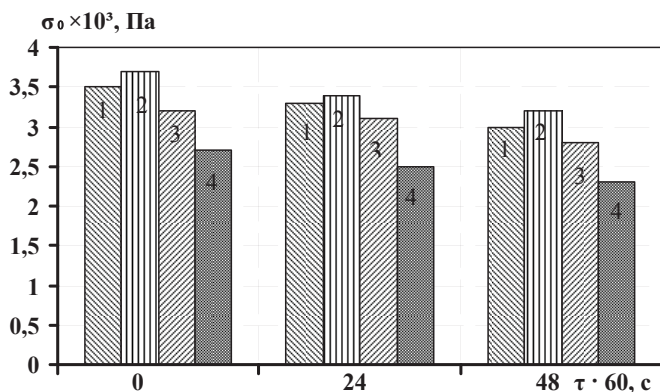


Рис. 4.6. Динаміка змін граничної напруги зсуву драглів агару в часі:
1 – система «агар-0,01 % ВЕС» (контроль); 2 – система «агар-1,0 % ВЕС»;
3 – система «агар-1,5 % ВЕС»; 4 – система «агар-2,0 % ВЕС»

Після $\tau = (0-48) \cdot 60$ с зберігання спостерігається подібна тенденція зміни показників граничної напруги зсуву, як у діапазоні часу $24 \cdot 60^2$. Однак найвищі значення граничної напруги зсуву, як і показника міцності, є характерними для системи «агар-1,0 % ВЕС», що дорівнює $3,2 \cdot 10^3$ Па відповідно до контролю $2,9 \cdot 10^3$ Па.

Під час зберігання $\tau = (0-48) \cdot 60$ с зниження граничної напруги зсуву в системі «агар-1,0 % ВЕС» зменшилося на 13,5 %, тоді як у контролі – на 17,1 %, у системі «агар-1,5 % ВЕС» та «агар-2,0 % ВЕС» – на 18,8; 29,6 % відповідно. Отримані результати можна пояснити процесом втрати вологи, внаслідок чого посилюється міжмолекулярна взаємодія.

Дослідженнями втрат масової частки вологи (МЧВ) протягом $\tau = 48 \cdot 60$ с було підтверджено результати граничної напруги зсуву, що було попередньо отримано.

Таблиця 4.2

**Втрати масової частки вологи драглів агару
в процесі зберігання**

Найменування системи	МЧВ, %	
	$T = 24 \cdot 60$ с	$\tau = 48 \cdot 60$ с
«Агар-0,01 % ВЕС» (контроль)	$3,0 \pm 0,4$ %	$5,0 \pm 0,3$ %
«Агар-1,0 % ВЕС»	$3,0 \pm 0,2$ %	$4,0 \pm 0,2$ %
«Агар-1,5 % ВЕС»	$4,0 \pm 0,3$ %	$7,0 \pm 0,4$ %
«Агар-2,0 % ВЕС»	$6,0 \pm 0,2$ %	$9,0 \pm 0,3$ %

Найбільші втрати МЧВ спостерігаються в системі «агар-2,0 % ВЕС» – $9,0 \pm 1,0$ %, тоді як для контрольного зразку цей показник дорівнює $5,0 \pm 1,0$ %, для систем «агар-1,0 % ВЕС» та «агар-1,5 % ВЕС» – $4,0 \pm 1,0$ та $7 \pm 1,0$ %.

З огляду на одержані результати можна прогнозувати, що використання розчинника ВЕС позитивно впливатиме на зменшення втрат МЧВ пастильних виробів під час зберігання, враховуючи, що в разі використання ВЕС за концентрації $C_{\text{ВЕС}} = 1,0$ % спостерігаються найменші втрати вологи.

Слід зазначити, що перехід золю в гель пов'язаний з утворенням тримірних ланцюгів, що пронизують увесь об'єм драглю. Утворення вузлів просторової сітки супроводжується значним зростанням в'язкості, а також появою вискоеластичності, граничного напруження зсуву та пружності, здатністю до збере-

ження форми та втрати текучості під дією власної маси та малих навантажень.

Вагомий вплив на структурно-механічні властивості гідроколоїду мають температура плавлення та драглеутворення, оскільки вони визначають температуру, за якої відбувається «золь-гель» перехід, та впливають на тривалість процесу формування пастильних виробів.

Для збереження пастильними виробами своєї форми та естетичності необхідним є максимально можливе підвищення температури плавлення. Тому дослідження впливу розчинника ВЕС за концентрації $C_{\text{ВЕС}} = (0,01-2,0) \%$ на зміну точки температури плавлення та драглеутворення є вагомим фактором під час виробництва виробів із використанням ВЕС. Експериментальні значення температури плавлення та драглеутворення систем наведено на рис. 4.7.

Визначено, що температура «золь-гель» переходу системи «агар-0,01% ВЕС» та «агар-1,0% ВЕС» визначається за температурит-33°C, тоді як для системи «агар-1,5% ВЕС» та «агар-2,0% ВЕС»- $t = 34^\circ\text{C}$. Аналізуючи отримані дані температури плавлення, встановлено, що найвищі значення має система контрольна та «агар-1,0 % ВЕС» і $t = 77^\circ\text{C}$.

Різниця між температурою плавлення та драглеутворення називається температурним гістирезисом, який характери-

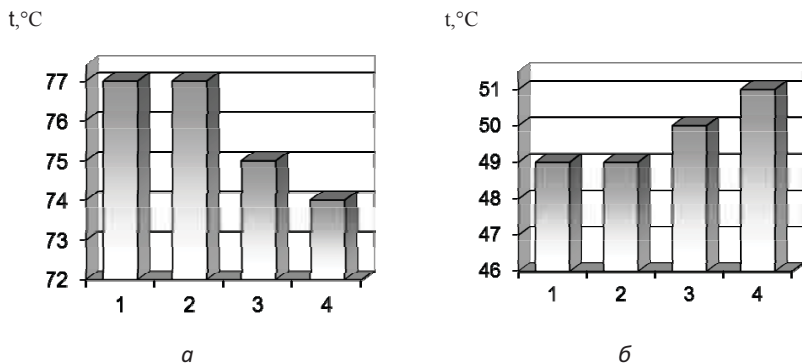


Рис. 4.7. Залежність температури плавлення (а) та драглеутворення (б) агару від концентрації ВЕС:

1 – система «агар-0,01 % ВЕС» (контроль); 2 – система «агар-1,0 % ВЕС»;
3 – система «агар-1,5 % ВЕС»; 4 – система «агар-2,0 % ВЕС»

зує властивість міцності драглю, тобто чим міцніший драголь утворює гідроколоїд, тим вищим є температурний гістирезис. Отримані результати є підтвердженням наведених вище експериментальних досліджень.

З комплексу досліджень впливу ВЕС на властивості драглю агару обґрунтовано можливість його використання як розчинника. Вірогідно, під час підвищення концентрації розчинника ВЕС, у складі якого наявні органічні кислоти, знижується заряд молекул нижче оптимального значення, що призводить до переважання сил молекулярного тяжіння над силами електростатичного відштовхування, в результаті чого знижується міцність драглю біополімеру. За сукупністю фізико-хімічних та структурно-механічних показників визначено, що раціональною концентрацією ВЕС можна вважати $C_{\text{ВЕС}} = 1,0 \%$, встановлено відсутність можливості зниження кількості агару в рецептурі виробів, підтвердженням чого є низка експериментальних досліджень.

4.5. Вплив ВЕС на якість цукрового сиропу

Відповідно до класичного виробництва пастильних виробів початком формування якості ЦС є його уварювання до вмісту 78,0 % сухих речовин. На першому етапі виготовлення пастили відбувається процес розчинення набряклого агару в розчиннику – під дією температури, яку експериментально встановлено в діапазоні $t = 103 \pm 1 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

Під час дослідження впливу розчинника ВЕС на якість ЦС визначено, що повне розчинення агару відбувається протягом $\tau = (90-120) \text{ с}$ при $t = 103 \pm 1 \text{ }^{\circ}\text{C}$ після початку кипіння розчинника. Під час експериментальних випробовувань розчинення системи «агар–0,01 % ВЕС» (контроль) змін у часі не відзначено.

Після розчинення агару в розчиннику під дією температури вносять необхідну кількість цукру білого (44,0 %) та патоку відповідно до збірника рецептур [136;137]. З урахуванням введення підсолоджувача та перерахунку його еквівалента солодкості доцільним є зниження масової частки цукру білого на 11,8; 17,8; 23,8 %, який використовується під час виробництва не лише як носій солодкого смаку, але і як третя речовина під час структуроутворення.

Результатом зменшення масової частки цукру білого є зміна структурно-механічних показників готового виробу. Саме тому

досліджено зміну властивостей ЦС за умови зменшення цукру білого в системі та використання розчинника ВЕС у діапазоні концентрацій $C_{\text{ВЕС}} = (0,01-2,0) \%$.

Досліджено вплив вилучення цукру білого на зміну часу під час уварювання сиропу до 78,0 % сухих речовин, результати наведено в табл. 4.3.

Таблиця 4.3

Дослідження зміни параметрів приготування ЦС

Найменування показника	Концентрація ВЕС у системі ЦС			
	0,01 % (контроль)	1,0 % ВЕС	1,5 % ВЕС	2,0 % ВЕС
Зниження масової частки цукру білого (%)	0,2	17	26	34
Інтервал часу (τ), 1'60 с	20–21	21–22	25–27	29–31
Температура кипіння (t_k), °C	$103 \pm 0,1 \%$	$103 \pm 0,2 \%$	$102 \pm 0,1 \%$	$101 \pm 0,3 \%$

З даних табл. 4.3 очевидно, що зі зменшенням масової частки цукру білого збільшується інтервал часу уварювання ЦС і температура його кипіння, що пов'язано зі зменшенням частки сухих речовин.

Досліджуючи зміну ефективної в'язкості ЦС, використано модельні системи, у результаті чого визначено відсутність змін у разі застосування розчинника ВЕС за концентрації $C_{\text{ВЕС}} = 1,0$ та $C_{\text{ВЕС}} = 1,5 \%$, однак підвищення концентрації розчинника ВЕС до $C_{\text{ВЕС}} = 2,0 \%$ має незначний вплив – ефективна в'язкість модельної системи «цукор–агар–патока–0,01 % ВЕС» дорівнює $0,65 \cdot 10^{-3}$ Па·с, тоді як цей показник модельної системи «цукор–агар–патока–2,0 % ВЕС» дорівнював $0,61 \cdot 10^{-3}$ Па·с.

Досліджуючи зміну ефективної в'язкості після вилучення 26,0 % масової частки цукру білого від його частки у цукровому сиропі, встановлено, що використання ВЕС не компенсує її зниження в результаті зростання значень у 2 рази – $1,34 \cdot 10^{-3}$ Па·с. Це пов'язано зі зменшенням у подальшому міцності ЦС, властивість якого полягає в утворенні каркаса дисперсної структури виробів. Результатом є отримання безструктурного виробу.

Порівнюючи показник в'язкості модельних систем з використанням розчинника ВЕС за концентрації $C_{\text{ВЕС}} = 1,0 \%$ та $C_{\text{ВЕС}} = 1,5 \%$, визначено, що цей показник дорівнює $0,71 \cdot 10^{-3}$ та $0,95 \cdot 10^{-3}$ Па·с відповідно. Однак для досягнення необхідної в'язкості ЦС із вилученням 20,0 % цукру білого процес уварювання необхідно продовжити, що з погляду економічної ефективності є недоречним, тоді як використання розчинника ВЕС дозволяє зменшити масову частку цукру білого на 13,0 %, який завдяки хімічному складу майже компенсує її вилучення, що підтверджено експериментальними дослідженнями за допомогою використання ІЧ-спектроскопії (рис. 4.8).

Цей метод дає можливість визначити майже всі функціональні групи, будову молекули та ідентифікувати хімічні з'єднання завдяки наявності в спектрі характерних смуг коливань зв'язків. Смуги коливань виникають завдяки енергії коливань зв'язків, що поглинаються в характерних їм межах ІФ-випромінювання [138].

Таким чином, з'ясовано, що як у системі «цукор-патока-агар-0,01 % ВЕС» (контроль), так і в системі «цукор-патока-агар-1,0 % ВЕС» присутні смуги поглинання в інтервалі хвильових довжин $\nu = 3600\text{--}3100 \text{ см}^{-1}$; $2440\text{--}2350 \text{ см}^{-1}$; $1750\text{--}1720 \text{ см}^{-1}$; $1680\text{--}1620 \text{ см}^{-1}$; $1280\text{--}1150 \text{ см}^{-1}$; $1100\text{--}900 \text{ см}^{-1}$; $550\text{--}450 \text{ см}^{-1}$. Виявлені смуги вказують на побу-

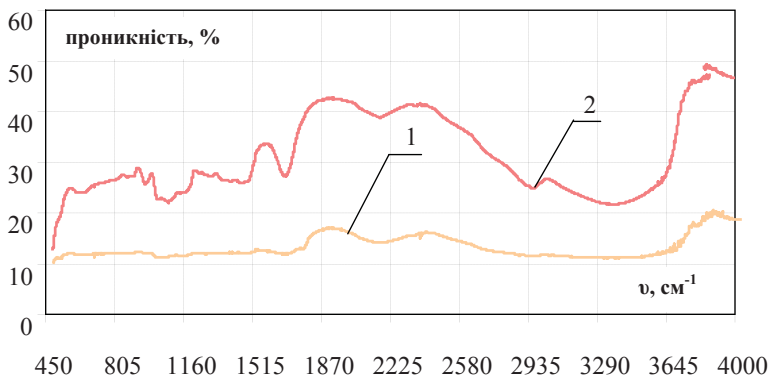


Рис. 4.8. Вплив рецептурних компонентів на ІЧ-спектр ЦС:

1 – цукровий сироп з 0,01 % ВЕС (контроль);

2 – цукровий сироп з 1,0 % ВЕС

дову різного походження хімічних зв'язків (відповідно, водневих, потрійних, фосфорорганічних, карбоксильних, подвійних, ефірних) та групи коливаль, притаманні алканам та білкам. З рис. 4.8 визначено утворення водневих зв'язків, що підтверджує вплив пектинових речовин екстракту стевії на ефективну в'язкість цукрового сиропу.

Однак відповідність структурно-механічних показників ЦС не є запорукою отримання якісних виробів. Вплив розчинника ВЕС вагомий під час оцінювання органолептичних показників отриманого ЦС, які включають його смак, запах, колір, консистенція якого є підґрунтям для формування якісних пастильних виробів.

У результаті проведення органолептичної оцінки встановлено, що ЦС із використанням ВЕС як розчинник біополімеру за концентрацією $C_{\text{ВЕС}} = 1,0 \%$ має зелено-коричневий колір порівняно з контролем, який відповідав темно-коричневому. Водночас зміни запаху не відбулося. Проте змінився смак, який був ненасиченим та мав властивий стевії післясмак.

Отримані експериментальні дані впливатимуть на органолептичні показники готових виробів, що спричиняє необхідність деталізації оцінювання розроблених пастильних виробів.

4.6. Перспективи використання стевії під час виробництва пастильних виробів з лікувально-профілактичними показниками якості

Сьогодні перспективним підсолоджувачем є стевія, що є натуральною безкалорійною речовиною. Унікальний хімічний склад робить її використання перспективним у кондитерській промисловості. Тому можливість використання стевії як піноутворювача та стабілізатора піни яєчного білка у формі ВЕС та сухого екстракту стевії (стевіозиду) викликає науковий інтерес.

Попередніми дослідженнями впливу ВЕС на яєчний білок встановлено можливість його використання під час формування якості пінної структури. Визначено, що ВЕС за концентрації $C_{\text{ВЕС}} = 1,0 \%$ покращує ПЗ яєчного білка: позитивний ефект спостерігається під час уведення його в кількості 27,0–27,5 % до маси яєчного білка, причому ПЗ збільшується на 110,0 %, відповідно до контролю. Подальше підвищення сприяє

зниженню набутого ефекту, що пов'язано з перенасиченням системи OH^- групами з ВЕС. Проте результати дослідження піностійкості (ПС) показали, що раціональна кількість ВЕС за концентрації $C_{\text{ВЕС}} = 1,0 \%$ становить в межах 9,0–9,5 % до маси яєчного білка.

Відомо, що в складі стевії (як ВЕС, так і стевіозиду) наявні дитерпенові глюкозиди – природні сапоніни, які, в свою чергу, впливають на ПЗ здатність піноутворювача. Під час виробництва пастильних виробів піноутворювачем виступає яєчний білок, тому, ймовірно, використання стевіозиду позитивно впливатиме на ПЗ яєчного білка.

У попередніх дослідженнях встановлено, що його розподіл в яєчно-цукровій піні є рівномірним, без утворення конгломератів частинок [139]. Тому на основі даних науково-дослідних робіт визначено вплив стевіозиду на ПС та ПЗ яєчного білка. Дослідження проводили за температури $t = 21 \pm 3 \text{ }^\circ\text{C}$, відносної вологості $\phi = 75 \pm 2 \%$ та робочих обертаннях рухливого органу $n = 3,3\text{--}3,6 \text{ c}^{-1}$ (як контроль використано яєчний білок без введення добавок, який піддавали механічній обробці протягом $t = 15 \cdot 60 \text{ c}$).

Зауважимо, що під час збивання яєчного білка об'єм маси зростає до збільшення первинного об'єму системи у 2,5–3 рази протягом $t = 15 \cdot 60 \text{ c}$, тоді як під час внесення стевіозиду максимальний показник ПЗ досягається на $t = 6 \cdot 60 \text{ c}$ збивання.

З рис. 4.9 видно, що в разі збільшення концентрації стевіозиду до $C_{\text{стев}} = 1,0 \%$ (відповідно до маси яєчного білка) збільшення ПЗ не спостерігається.

Проте збільшення ПЗ спостерігається в разі підвищення його концентрації в діапазоні $C_{\text{стев}} = 1,5\text{--}2,5 \%$ на 10,0–35,0 % відповідно. Результати даних досліджень підтверджують відомості щодо наявності поверхнево-активних властивостей стевіозиду, який виявляє адсорбційні властивості на розділення межі фаз.

Однак подальше збільшення концентрації стевіозиду знижує ПЗ яєчного білка, простежується «насичення» адсорбційного шару, що спричиняє міцелоутворення, яке характеризується розміщенням адсорбційних молекул перпендикулярно на поверхневому шарі, в результаті чого виділяється рідина з піни, яка витікає по каналах в напрямку сил тяжіння, спричиняючи збільшення тиску в нижньому шарі. Підтвердженням цього є залежність збільшення OH^- груп під час дослідження ІЧ-спектрів

систем «яєчний білок – 0,1 % стевіозиду» та «яєчний білок – 4,0 % стевіозиду» (рис. 4.10).

Аналіз спектрів свідчить про наявність широкого та потужного сигналу за $3300\text{--}3500\text{ см}^{-1}$, який вказує на валентні коливання OH^- груп. Введення стевіозиду за концентрації $C_{\text{стев}} = 0,1\text{--}1,0\%$ до маси яєчного білка не впливає на показник ПЗ, але за концентрації $C_{\text{стев}} = 1,5\text{--}2,0\%$ ПЗ яєчного білка, відповідно до контролю, знижується на $0,5\text{--}1,2\%$, у разі підвищення концентрації до $C_{\text{стев}} = 2,5\%$ – знижується на $2,0\%$.

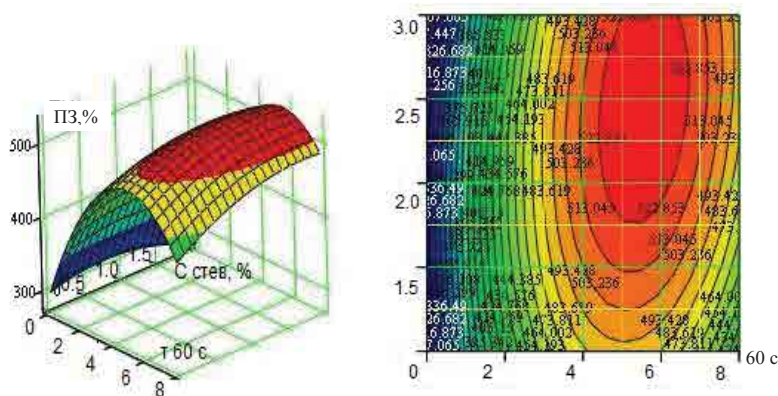


Рис. 4.9. Вплив стевіозиду на показники ПЗ яєчного білка

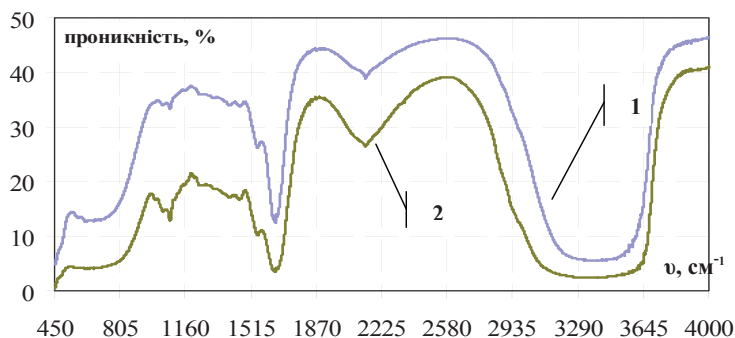


Рис. 4.10. Вплив концентрації стевіозиду на ІЧ-спектр яєчного білка:

- 1 – системи «яєчний білок – 0,1 % стевіозиду»;
- 2 – система «яєчний білок – 4,0 % стевіозиду»

Отже, використання стевіозиду під час формування піни має позитивний вплив на ПЗ яєчного білка. За концентрації стевіозиду до маси яєчного білка $C_{\text{стев}} = 2,0\text{--}2,5\%$ цей показник є вищим за контроль на $30,0\text{--}35,0\%$, проте ПС знижується на $1,2\text{--}2,0\%$. Визначена тенденція вимагає введення додаткової речовини зі стабілізуючими властивостями. Ґрунтуючись на результатах патентної інформації, зазначимо, що такою речовиною може бути еламін (через здатність зв'язувати вологу) [140].

4.7. Вплив еламіну на формування якості пастильних виробів

Попередні науково-дослідні роботи дозволили припустити можливість використання еламіну не лише як носія мінеральних речовин, зокрема йоду, а й з погляду можливості застосування його як структуроутворювача. За природою походження еламін є гідроколоїдом полісахаридного походження, що зв'язує вільну вологу в системах, тим самим зменшуючи її «активність» [141].

Вченими встановлено, що еламін є поверхнево-активною речовиною, яка підвищує в'язкість системи, ПЗ яєчних білків [142], скорочує процес отримання пінної структури [143], сприяє утворенню більш дрібнодисперсної структури та знижує швидкість стікання рідини по каналах піни, тобто виступає стабілізатором пінної структури.

Враховуючи, що до складу еламіну входять полісахариди (зокрема альгінат натрію, який майже не розчиняється в холодній воді), одна частина еламіну поглинає вісім частин води за температури $t = 24\text{--}27\text{ }^{\circ}\text{C}$. Подальше підвищення температури сприяє розчиненню еламіну та утворенню драглеподібної консистенції. Тому раціональним заміником цукру білого обрано еламін як гідрофільну речовину та стабілізатор пінної системи. Ґрунтуючись на властивостях еламіну, досліджено його вологотримуючу здатність (ВУЗ) за підвищення температури розчинника (рис. 4.11).

З даних рис. 4.11 спостерігається пряма залежність ВУЗ еламіну від температури – з її підвищенням показник зростає інтенсивно в діапазоні $t = 20\text{--}60 \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$, а далі спостерігається уповільнення в діапазоні $t = 61\text{--}80 \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ та рівноважний стан досягається за $t = 81\text{--}95 \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$. Це свідчить про набрякання еламіну

внаслідок поглинання ним та утримання вологи завдяки хімічній взаємодії.

Встановлено, що з підвищенням температури вище $t = 60 \pm 1^\circ\text{C}$ починається процес розчинення та утворення колоїдної системи з певною просторовою конфігурацією, що підтверджує висока ВУЗ еламіну за температури $t = 80\text{--}90 \pm 1^\circ\text{C}$, проте високі температури можуть негативно вплинути на вміст йоду.

Вилучення масової частки цукру білого з рецептури пастильних виробів, а саме під час формування якості яблучного пюре, шляхом його уварювання з цукром білим не дозволяє отримати необхідну консистенцію з масовою часткою сухих речовин 78,0 %, оскільки залишається значна кількість незв'язаної вологи. Тому отримання яблучного пюре необхідної консистенції для виготовлення виробів високої якості потребує або використання більшої кількості сировини та збільшення часу уварювання, або введення у масу добавки з високими вологозв'язуючими та вологоутримуючими властивостями.

Проте збільшення масової частки сировини та часу уварювання є економічно недоречним з погляду споживних властивостей, збільшення часу температурного впливу знижує цінність пюре яблучного в результаті втрати значної частки корисних речовин. Тому, враховуючи отримані результати ВУЗ еламіну та впливу на нього температури, висунуто припущення щодо можливості використання еламіну в системі «яблучне пюре – цукор білий» у процесі формування якості для компенсації вилучення цукру білого із системи.

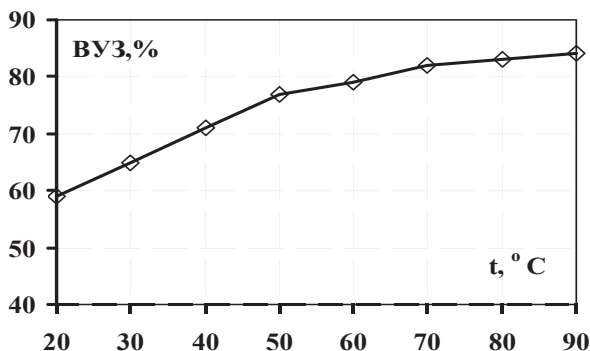


Рис. 4.11. Залежність ВУЗ еламіну від температури розчинника

Результати дослідження органолептичних показників розчинів еламіну показали, що за умови використання як розчинника еламіну воду питну підготовлену отримані розчини мають специфічний запах морепродуктів, що не є притаманним для пастильних виробів. Однак встановлено, що в поєднанні з фенольними з'єднаннями пюре яблучного специфічний запах морепродуктів не відчувається за умови внесення еламіну в концентрації $C_{\text{ел}} = 3,0 \%$ до маси пюре.

За результатами експериментальних робіт визначено, що вилучення цукру білого призводить до зміни консистенції пюре яблучного, яке розріджується та є непридатним для приготування пастильної маси, оскільки в процесі збивання перешкоджає формуванню відповідної пінної структури [144].

Враховуючи отримані попередньо результати впливу стевіозиду на ПЗ та ПС яєчного білка за концентрації $C_{\text{стев}} = 1,5\text{--}2,5 \%$, визначено допустимий максимум вилучення масової частки цукру, що становить у перерахунку на еквівалент солодкості стевіозиду 40,0 % від масової частки цукру білого у пастильній масі відповідно до рецептури. Тому з урахуванням отриманих результатів необхідно було визначити концентрацію еламіну таким чином, щоб його внесення сприяло утворенню консистенції, яка є властивою пюре яблучному в разі виробництва виробів за класичною рецептурою, взятою за контроль.

Результати органолептичної оцінки показали, що застосування еламіну в концентрації $C_{\text{ел}} = 3,0 \%$ до маси пюре яблучного та вилучення 40,0 % масової частки цукру білого погіршують показник консистенції – 2,6 бала, що є незадовільним результатом за стандартною шкалою Д. Тільгнера. Вилучення 30,0 % масової частки цукру білого та використання еламіну за концентрації $C_{\text{ел}} = 3,0 \%$, відповідно до консистенції, відзначено як «добре» (4,2 бала). Значна частка вологи в пюре яблучному набуває тенденції до переходу у зв'язаний стан з підвищенням концентрації еламіну, процес відбувається завдяки його ВУЗ у просторовому каркасі полімерних волокон, які беруть участь у зміцненні структури білкового каркаса яєчного білка, тим самим змінюючи в'язкість системи.

В'язкість перешкоджає зменшенню прошарку середовища між пухирцями повітря в процесі утворення великої поверхні розподілу, що призводить до її розриву та коалесценції пухир-

ців, тим самим визначає механічну міцність пінної системи, надаючи фізико-хімічних властивостей твердого тіла. Стабільність дисперсної системи зумовлена в'язкістю вихідних розчинів.

Вилучення 40,0 % масової частки цукру за наявності еламіну в концентрації $C_{\text{ел}} = 0,5\text{--}3,0$ % не відповідає показнику ефективної в'язкості модельної системи «пюре яблучне – цукор білий», взятої за контроль: $\eta = 4,7 \pm 0,2$ Па·с (рис. 4.12).

Аналізуючи дані, наведені на рис. 4.12, визначено, що введення еламіну сприяє підвищенню в'язкості пюре яблучного, що приводить до стабілізації його консистенції. Необхідне значення системи з вилученням 30,0 % масової частки цукру досягається за умови використання еламіну за концентрації $C_{\text{ел}} = 2,4\text{--}2,5$ %. Проте в разі збільшення концентрації еламіну до $C_{\text{ел}} = 2,9\text{--}3,0$ % визначено, що консистенція стає занадто в'язкою, що негативно впливає на ПУ системи. Відзначено, що в модельній системі з вилученням 20,0 % масової частки цукру показник ефективної в'язкості в досліджуваних концентраціях еламіну досягає значення показника в'язкості $\eta = 4,7 \pm 0,2$ Па·с за концентрації $C_{\text{ел}} = 1,4$ %. Однак використання отриманих результатів не має наукового інтересу з погляду раціональних концентрацій стевіозиду.

Аналізуючи дані модельної системи з вилученням 10,0 % масової частки цукру, відзначили, що за умови застосування еламіну за концентрації $C_{\text{ел}} = 1,0\text{--}1,1$ % значення ефективної

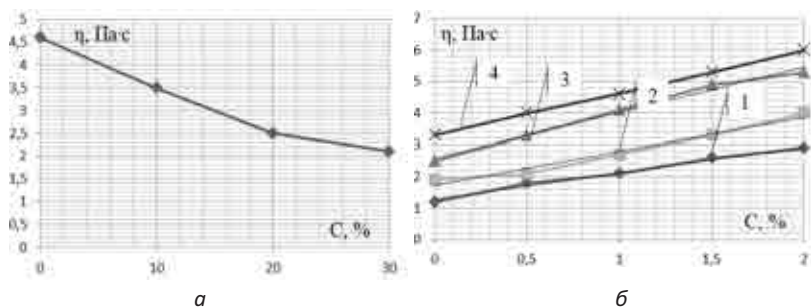


Рис. 4.12. Зміна ефективної в'язкості пюре яблучного:

а – залежно від вилучення масової частки цукру;

б – залежно від концентрації еламіну:

1 – з вилученням 40,0 % цукру білого; 2 – з вилученням 30,0 % цукру білого;
3 – з вилученням 20,0 % цукру білого; 4 – з вилученням 10,0 % цукру білого

в'язкості досягає необхідного рівня $\eta = 4,7 \pm 0,2$ Па·с відповідно до контрольної системи.

Отже, корелюючи вміст цукру білого, визначено раціональні концентрації еламіну, властивість якого зв'язувати вологу впливає на в'язкість системи, компенсуючи вилучення структуроутворювача – цукру білого. Значення ефективної в'язкості контрольної системи ($\eta = 4,7 \pm 0,2$ Па·с) досягається в разі вилучення 30,0 % цукру білого та за умови застосування еламіну за концентрації $C_{\text{ел}} = 2,4\text{--}2,5$ %. У перерахунку до ступеня солодкості отриманий результат відповідає застосуванню стевіозиду в концентрації $C_{\text{стев}} = 1,94$ % до маси яєчного білка, що не суперечить отриманим результатам дослідження ($C_{\text{стев}} = 2,0\text{--}2,5$ %) його впливу на ПУ та ПС яєчного білка.

Враховуючи дані дослідження впливу еламіну на ефективну в'язкість системи «пюре яблучне – цукор», доцільно визначити його вплив на процес ПУ пастильної маси та стабільність отриманої пінної системи за його наявності (рис. 4.13, 4.14).

Діапазон концентрацій $C_{\text{ел}} = 1,0\text{--}3,0$ % обрано відповідно до попередніх досліджень ефективної в'язкості. Як контроль обрано систему без вилучення масової частки цукру білого.

Із результатів, що наведено на рис. 4.13, 4.14, очевидно, що ПУ пастильної маси за наявності еламіну, перевищує значення контрольної системи. В модельній системі з вилученням 10,0 % масової частки цукру білого в діапазоні концентрацій еламіну $C_{\text{ел}} = 1,0\text{--}1,1$ % значення ПУ перевищує на 80,0 %, а в системі з вилученням 30,0 % цукру білого в діапазоні концентрацій еламіну $C_{\text{ел}} = 2,4\text{--}2,5$ % до пюре яблучного показник ПУ перевищує показник контрольної системи на 140,0 %.

Отримані результати можна пояснити збільшенням концентрації еламіну, що позитивно впливає на ПУ яєчного білка. Однак зі збільшенням концентрації еламіну в діапазоні $C_{\text{ел}} = 2,5\text{--}3,0$ % відбувається зниження показника ПУ, що пояснюється збільшенням ефективної в'язкості системи.

Висока масова частка цукру білого в рецептурі пастильних виробів є вагомим чинником у процесі структуроутворення виробів, оскільки він є гідрофільною речовиною, яка зв'язує та утримує воду. Зниження його масової частки спричинює зменшення в'язкості рідини в каналах пінної структури, що прискорює дренаж рідини по каналах Плато-Гіббса, і, як результат, знижу-

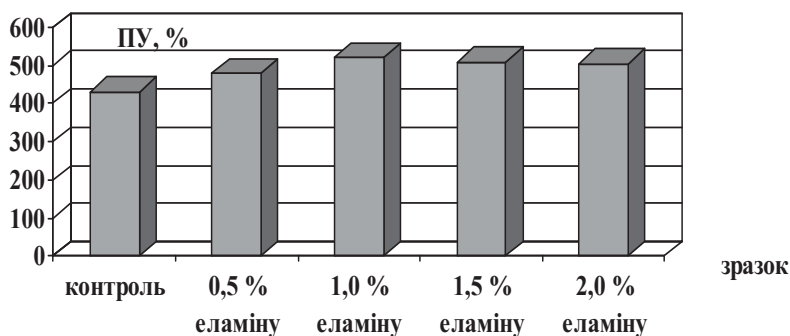


Рис. 4.13. Дослідження ПУ пастильної маси з еламіном і вилученням 10,0 % масової частки цукру білого

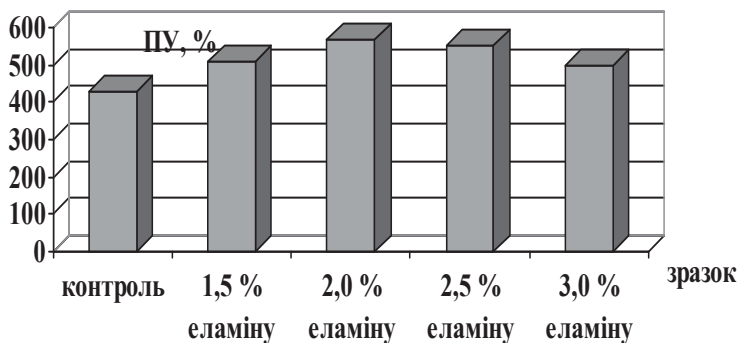


Рис. 4.14. Дослідження ПУ пастильної маси з еламіном і вилученням 30,0 % масової частки цукру білого

ється стійкість піни. Досліджуючи модельну систему з вилученням 10,0–30,0 % масової частки цукру, відмічено зміни ПС після $t = 6 \cdot 60^2$ с (табл. 4.5).

З даних табл. 4.5 встановлено, що зі збільшенням концентрації еламіну показник ПС є вищим за контрольну систему. У системі з вилученням 10,0 % масової частки цукру білого та використанням еламіну за концентрації $C_{\text{ел}} = 1,0\text{--}2,0\%$ значення є вищими на ПС = 2,0–4,0 % відповідно. При цьому в системі з вилученням 30,0 % масової частки цукру білого та застосуванням еламіну $C_{\text{ел}} = 1,9\text{--}2,0\%$ значення зміни ПС є однаковими із системою без вилучення цукру – 95,0 %. У разі підвищення концентрації еламіну

$C_{\text{ел}} = 2,4\text{--}3,0$ % значення ПС перевищує контрольну систему на $1,0\text{--}3,0$ %.

Таблиця 4.5

Дослідження ПС систем пастильної маси

Система «пюре яблучне – цукор»	Тривалість дослідження, $\tau \cdot 602$ с				
	0	3	6	9	12
Сел = 0,01 % без вилучення цукру (контроль)	100 %	100 %	97 %	95 %	95 %
Сел = 1,0–1,1 %, вилучення 10,0 % цукру білого	100 %	100 %	99 %	97 %	97 %
Сел = 2,0–2,1 %, вилучення 30,0 % цукру білого	100 %	100 %	98 %	95 %	95 %
Сел = 1,4–1,5 %, вилучення 10,0 % цукру білого	100 %	100 %	100 %	98 %	98 %
Сел = 2,4–2,5 %, вилучення 30,0 % цукру білого	100 %	100 %	100 %	96 %	96 %
Сел = 1,9–2,0 %, вилучення 10,0 % цукру білого	100 %	100 %	100 %	99 %	99 %
Сел = 2,9–3,0 %, вилучення 30,0 % цукру білого	100 %	100 %	100 %	98 %	98 %

Спираючись на дані експериментів, можна стверджувати, що застосування еламіну як вологоутримуючого та структуроутворюючого агента є доцільним. Із результатів комплексу досліджень визначено раціональну концентрацію еламіну $C_{\text{ел}} = 1,0\text{--}1,1$ % до маси пюре яблучного за вилучення 10,0 % масової частки цукру білого та $C_{\text{ел}} = 1,9\text{--}2,0$ % за вилучення 30,0 % масової частки цукру білого, що еквівалентно застосуванню стевіозиду $C_{\text{стев.}} = 1,94$ %.

З огляду на те, що під час розробки пастильних виробів одним із завдань є заміна масової частки цукру білого на екстракт стевії для зменшення їх вуглеводного навантаження без втрати якісних характеристик та враховуючи властивості еламіну адсорбувати вологу, висунуто припущення щодо наявності гальмуючого впливу полісахариду на дифузію цукрів, насамперед глюкози. Така властивість є важливою під час формування якості пастильних виробів з використанням стевії та еламіну з метою профілактики ожиріння, цукрового діабету, оскільки дозволяє знизити швидкість засвоєння глюкози у крові, тобто знижується глікемічний індекс виробів.

Для підтвердження припущення досліджено динаміку дифузії глюкози протягом $\tau = 60 \cdot 60$ с із визначенням рівноваги між концентрацією глюкози у внутрішній та зовнішній частинах діалізної камери. Під час дослідження як адсорбат використано водні розчини глюкози (рис. 4.15).

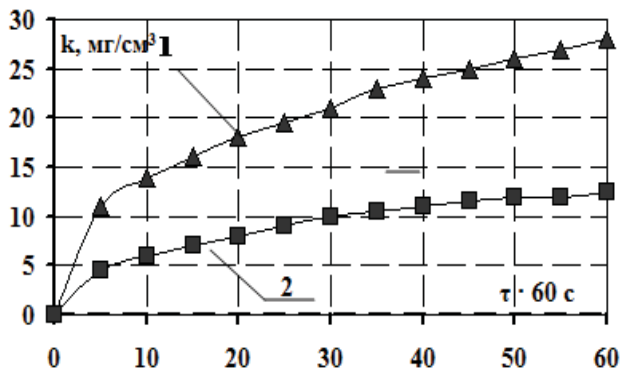


Рис. 4.15. Кінетика дифузії глюкози в діалізаті протягом $\tau = 60 \cdot 60$ с:
1 – водний розчин; 2 – водний розчин з еламіном

На рис. 4.15 відзначено гальмуючий вплив еламіну до накопичення глюкози в діалізаті. Інтенсивна дифузія цукру простежується в інтервалі часу $\tau = 0-10 \cdot 60$ с, у розчині з еламіном концентрація глюкози є нижчою на 59,0 %. Після $\tau = 60 \cdot 60$ с дослідження визначено, що її концентрація в зовнішньому розчині є нижчою на 55,0 % відповідно до контрольного розчину.

Отримані результати підтверджують припущення щодо властивості еламіну знижувати швидкість дифузії глюкози, виявляючи стосовно неї сорбційну активність завдяки високому вмісту полісахаридів. Це дає підстави для висунення гіпотези про відповідний ефект під час вживання розроблених пастильних виробів, зменшуючи їх ГІ, підтвердженням чого є перспектива проведення клінічних досліджень.

4.8. Математичне моделювання рецептури пастильних виробів з лікувально-профілактичними показниками якості

З метою визначення рецептури пастильних виробів зі стевією та еламіном доцільно застосовувати сучасні методи дослід-

дження, які базуються на використанні методів математичного моделювання. З метою збереження якісних характеристик готових виробів було запропоновано внести яблука сухі згідно з уже існуючими рецептурами. Беручи до уваги складність раціоналізації співвідношення рецептурних компонентів, досліджено зміни п'яти показників якості: визначено – залежність від зміни вмісту цукру білого, екстракту стевії (стевіозиду), еламіну, яблук сухих подрібнених.

Складність взаємозв'язків між вхідними та вихідними змінними готового виробу зумовлює доцільність побудови математичної моделі на основі регресійних співвідношень, що дає можливість знайти аналітичні співвідношення між змінними виробу, що досліджується і які правильно відтворять залежність показників якості та зменшать кількість експериментів.

Тому на першому етапі шляхом попереднього аналізу залежностей якісних характеристик пастильних виробів та проведення низки експериментів було визначено основні кількісні показники рецептурних компонентів і знайдено об'єктивні залежності між ними та показниками якості.

На другому етапі, використовуючи результати дослідження, отримано математичну модель, на основі якої значення рецептури проєктованого виробу дозволили максимально наблизитися до бажаних значень показників якості готового виробу.

З огляду на попередні дослідження та рецептури, що обрано за прототип, для побудови математичної моделі як вхідні змінні використано такі величини: x_1 – цукор білий (9,8–26,1 %); x_2 – еламін (1,1–2,0 %); x_3 – стевіозид (1,94–2,5 %); x_4 – яблука сушені (6,0–10,0 %).

Враховуючи властивості пастильних виробів, відібрано показники якості, які найбільше характеризують відповідність готових виробів вимогам ДСТУ 6441–2003. Тому як параметри оптимізації обрано такі вихідні величини: y_1 – в'язкість (зменшення масової частки цукру білого впливатиме на в'язкість пастильної маси); y_2 – органолептична оцінка (відповідно до шкали Д. Тільгнера); y_3 – ПЗ пастильної маси (використання еламіну та стевіозиду впливає на цей показник, що, в свою чергу, позначатиметься на густині готових виробів); y_4 – масова частка сухих речовин (нормуються з урахуванням введення яблук сушених подрібнених та впливу на консистенцію готових виробів); y_5 –

вміст йоду (обрано саме тому, що завданням наших досліджень є фортифікація готових виробів йодом).

Для опису залежностей між вихідними змінними та вхідними параметрами обрано квадратичну модель. Використання такої моделі дає можливість знайти найбільш наближені раціональні співвідношення кількості рецептурних компонентів щодо показників якості пастильних виробів. Для визначення коефіцієнтів моделі шляхом повнофакторного експерименту необхідно було провести 49 дослідів можливих співвідношень між вхідними змінними. Проте з метою зменшення кількості експериментів використано насичений D-оптимальний план, що складається з 15 дослідів; побудовано табл. 4.6, в якій відображено кодовані значення вхідних змінних у межах $(-1-1)$.

У ході дослідження проаналізовано коефіцієнти вагомості показників u , визначено, що найпріоритетнішим є показник u_5 , який характеризує профілактичну дію виробів йододефіцитних станів. Значення показників якості пастильних виробів, які вважали кращими, визначено таким чином: $u_1 - 4,7$ Па·с; $u_2 - 5$ балів; $u_3 - 78,0$ %; $u_4 - 610$ %; $u_5 - 216$ мкг/100 г. Вміст йоду визначено розрахунковим методом, беручи до уваги, що 1 г еламіну містить $253,5 \pm 25,3$ мкг йоду та керуючись попередньо отриманими експериментальними даними. Шляхом математичного моделювання визначено, що зразок досліду № 15 виявився максимально наближеним до бажаних значень: $x_1 = 14,6$ г; $x_2 = 1,2$ г; $x_3 = 0,12$ г; $x_4 = 10,0$ г із розрахунку на 100 г готового виробу. Отримані дані погоджуються з результатами експериментів. Здобуті значення перевірено додатковими експериментами та обґрунтовано їх раціональність, за винятком значень стевіозиду, вміст якого визначено в кількості $m = 0,04$ г/100 г. Результати остаточно підтверджено та рекомендовано для виробництва пастили зі стевією та еламіном, яка отримала торгову назву «Смакота».

4.9. Визначення ступеня збереження йоду та мінерального складу в пастильних виробках з еламіном

Аналіз споживної цінності розроблених пастильних виробів свідчить про доцільність введення стевії та еламіну в їх рецептурний склад відповідно до зміни якості вуглеводного складу, енергетичної цінності та показника ГІ.

Проте еламін виступає типовим селективним сорбентом, що зв'язує важкі метали, радіонукліди завдяки наявності альгіна-ту натрію та виводить їх з організму людини, його використання уможливлює задоволення потреби організму в мінеральних речовинах, які знаходяться в органічно зв'язаному стані, зокрема в йоді, селені, залізі. Також еламін позитивно впливає на функції щитоподібної залози, знижує рівень холестерину в крові та є одним з ефективних засобів боротьби з йододефіцитними захворюваннями.

За хімічним складом еламін є харчовою добавкою, високу ефективність використання якого в профілактиці ендемічного зобу та терапії підтверджено клінічними дослідженнями. Тому на першому етапі метою досліджень було експериментальне визначення вмісту йоду в розроблених виробках.

Дослідження вмісту йоду проводили: у пастильній масі (під час процесу виробництва) та в готовому продукті за температури $t = 18,0 \pm 3,0$ °C і відносною вологістю повітря $\varphi \geq 75,0$ %, враховуючи вимоги ДСТУ 6441-2003.

Попередніми розрахунками встановлено, що в пастилі «Екзотика» вміст йоду становить $202,8 \pm 20,3$ мкг/100 г, у пастилі «Смакота» – $304,2 \pm 30,4$ мкг/100 г. Розрахункова кількість йоду в пастилі «Смакота» дещо перевищує встановлену добову потребу йоду в організмі людини, яка становить 150,0–300,0 мкг відповідно до вимог нутриціології. Проте, ґрунтуючись на тому, що надлишок органічного йоду виводиться із сечею, незначне відхилення було допустиме. Однак проведення лабораторних і виробничих досліджень дало змогу отримати результати, наведені в табл. 4.6.

Таблиця 4.6

Вміст йоду в пастильній масі, мкг/100 г $P \geq 0,95; n = 5$

Назва пастили	Вміст йоду в пастильній масі за температури	
	до внесення сиропу ($t = 20 \pm 3$ оC)	після внесення сиропу ($t = 70 \pm 3$ оC)
«Екзотика»	$144,2 \pm 0,3$	$102,5 \pm 0,2$
«Смакота»	$216,7 \pm 0,4$	$156,4 \pm 0,3$

Порівнюючи результати експериментальних даних з розрахунковими, відмічено досить значні розбіжності, що становлять на першому етапі для пастили «Екзотика» і «Смакота» 58,6

і 87,5 мкг/100 г відповідно. Це можна пояснити, по-перше, втратами, оскільки припустимий вміст йоду розраховано на загальну масу закладення сировини, по-друге, кислим середовищем, яке є наслідком достатньо високого вмісту пюре яблучного, що може впливати на ступінь збереження йоду.

На другому етапі виробництва після внесення ЦС за температури $t = 82,5 \pm 2,5$ °C встановлено втрати йоду для пастили «Екзотика» та «Смакота» на 28,9 і 27,8 % відповідно, температура пастили під час експерименту дорівнювала $t = 70,0 \pm 3,0$ °C. Ймовірно, під дією яблучної кислоти молекули еламіну піддаються впливу температури й частка неорганічного йоду переходить в іонний стан та випаровується. Після висушування пастильних виробів повторно проведено дослідження вмісту йоду, в результаті чого встановлено, що його вміст склав $101,9 \pm 0,3/100$ г (пастила «Екзотика») та $155,7 \pm 0,4/100$ г (пастила «Смакота»). Відмічено незначні відхилення від початкового результату в межах похибки.

Отже, встановлено, що внесений ЦС за температури $t = 82,5 \pm 2,5$ °C впливає на вміст йоду в пастилі, кількість якого зменшується. Проте визначений інструментальним шляхом вміст йоду в розроблених пастильних виробих на початковому етапі зберігання задовольняє добову потребу організму людини за споживання 100 г пастили «Екзотика» на 70,0 %, пастили «Смакота» – на 100,0 % відповідно до нижньої межі добової потреби (150,0 мкг).

Однак з попередніх досліджень вітчизняних вчених відомо, що засвоєння йоду в організмі підсилюється наявністю селену та заліза, оскільки вони метаболічно зв'язані між собою. Селен є активним центром ферменту дейодинази, роль якого полягає у відщепленні йоду від неактивного ферменту щитоподібної залози (L-тироксину) та перетворення його на активний гормон трийодтиронін. Його дефіцит поглиблює йододефіцит в організмі. Механізм полягає в тому, що нестача селену інгібує активність дейодинази, результатом чого є підвищення рівня L-тироксину та зниження трийодтироніну.

Експериментальними дослідженнями встановлено, що розроблені вироби додатково збагачені селеном, вміст якого становить у пастилі «Екзотика» – $0,37 \pm 0,01$, у пастилі «Смакота» – $0,48 \pm 0,01$ мг/100 г (табл. 4.7).

Добова потреба організму людини в селені становить для дітей різного віку від 10,0 до 50,0 мкг, для дорослих – 50,0–70,0 мкг. Мінімальна кількість щоденного вживання становить 16,02–1,0 мкг, а верхня безпечна межа добового вживання дорівнює 700,0 мкг. Аналізуючи отримані дані, можна зробити висновок, що вживання пастильних виробів зі стевією та еламіном покриває середньодобову потребу організму в селені. Відомо, що селен існує в неорганічній та органічній формах, після всмоктування в організм, утворює різні селенові сполуки, які різняться за шляхом метаболізму та ступенем токсичності.

Таблиця 4.7

**Результати дослідження мінерального складу
пастильних виробів**

$P \geq 0,95; n = 5$

№ з/п	Назва мікро- та макроелементів, мг	Пастила		
		«Ванільна» (контроль)	«Екзотика»	«Смакота»
1	Калій	–	31,56	47,34
2	Кальцій	11,0	22,70	28,8
3	Сірка	–	8,40	12,60
4	Магній	–	7,80	11,70
5	Фосфор	5,0	10,90	12,15
6	Залізо	0,4	1,120	1,420
7	Селен, мкг	–	0,370	0,480
8	Бром	–	0,480	0,680
9	Марганець	–	0,006	0,009
10	Цинк	–	0,012	0,017
11	Кобальт	–	0,001	0,002
12	Йод, мкг	–	101,9	155,7

У разі надмірного вживання неорганічного селену він накопичується в тканинах у формі вільного гідроселенід-аніону, який є дуже токсичною сполукою. Перевагою пастильних виробів завдяки застосуванню еламіну є наявність органічної форми селену, яка неспецифічно приєднується до тканинних білків, замінюючи цистин та метіонін, не порушуючи функцій.

Аналіз відомостей щодо засвоєння йоду показав доцільність збагачення продуктів водночас не лише йодом і селеном, але й

залізом. Дані відомості з'явилися не так давно, клінічними дослідженнями встановлено, що дефіцит заліза також негативно впливає на метаболізм йоду, знижуючи активність гемовмісної тиреопероксидази. За умови, що хімічний склад еламіну достатньо збалансований, спостерігається збільшення заліза в пастилі «Екзотика» на 180,0 %, «Смакота» – на 260,0 %. Фізіологічна потреба організму в залізі становить 5,0–9,0 мг на добу, за вживання 100 г розроблених пастильних виробів добова потреба покривається на 23,0 та 42,0 % відповідно.

З огляду на те що ефективність збагачення мінеральними речовинами значною мірою зумовлена використанням еламіну, хімічний склад якого є збалансованим, водночас вирішено проблему забезпечення організму органічними формами селену та часткового покриття добової потреби в залізі, що є запорукою засвоєння йоду в необхідній кількості для організму. Відзначено, що розроблені пастильні вироби додатково збагачені калієм, сіркою, магнієм, бромом, марганцем, цинком, кобальтом. Установлено, збільшення вмісту кальцію в пастилі «Екзотика» на 110,0 %, у пастилі «Смакота» – на 160,0 %, фосфору – на 120,0 та 140,0 % відповідно.

Отже, отримані дані свідчать про доцільність використання еламіну у виробництві пастильних виробів, мінеральний склад яких збагачено додатковими мікро- та макроелементами, зокрема йодом, селеном і залізом.

4.10. Визначення харчової цінності пастильних виробів з лікувально-профілактичним спрямуванням

Розглядаючи аспекти класичної теорії харчування, зазначимо, що харчування підтримує молекулярний склад організму на визначеному фізіологічному рівні, надлишок їжі призводить до порушення функцій організму, і, як наслідок, до хвороб.

Для визначення впливу обраних добавок на першому етапі розраховано хімічний склад зефіру без добавок «Ванільний» (контроль) та зі стевією «Насолода», пастилу без добавок «Ванільна» (контроль), зі стевією та еламіном «Екзотика», з екстрактом стевії та еламіном «Смакота».

З метою отримання достовірних результатів використано довідкові таблиці хімічного складу харчових продуктів, а також результати власних досліджень, технічну документацію на стевію, стевіозид та еламін.

За результатами досліджень відзначимо збільшення вмісту білків у зефірі «Насолода» на 21,0 %, клітковини на 150,0 %, вмісту жиру на 50,0 %, що досягається завдяки введенню висівок (рис. 4.16). Необхідно звернути увагу, що зазнав змін вуглеводний склад виробів, їх загальний вміст у зефірі «Насолода» зменшився на 5,0 % завдяки веденню підсолоджувача та меду квіткового.

Відзначено збільшення вмісту вітамінів B1; B2; PP у 5; 7,5; 4,5 разів відповідно та додатково збагачено вироби глікозидами (стевіозидом, ребадіозидом А та флавоноїдами).

Встановлено, що вміст моно-, дисахаридів у пастилі «Екзотика» та «Смакота» зменшено на 10,4; 20,8 % відповідно (рис. 4.17), вміст крохмалю залишився незмінним, але вміст

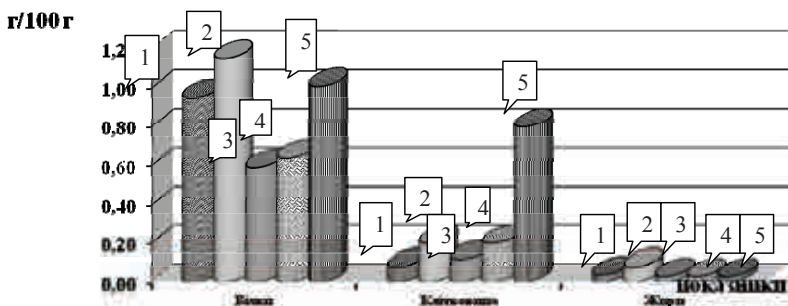


Рис. 4.16. Зміна хімічного складу пастильних виробів:
1 – зефір «Ванільний»; 2 – зефір «Насолода»; 3 – пастила «Ванільна»;
4 – пастила «Екзотика»; 5 – пастила «Смакота»



Рис. 4.17. Вміст моно- та дисахаридів у пастильних виробках

інших вуглеводів збільшився на 1,5 % та 46,3 % відповідно до загальної кількості цукрів, що пов'язано з використанням ВЕС, стевіозиду та еламіну. Також розроблені вироби додатково збагачено глікозидами.

Відзначено збільшення кількості білків у пастилі «Екзотика» на 8,0 %, у пастилі «Смакота» – на 71,0 %, клітковини – в 1,5 та 6 разів відповідно. Завдяки вмісту в еламіні вітамінів вироби додатково збагачено вітамінами Е, D, а введення яблук сушених дозволило незначно збільшити вміст вітамінів С, В₁.

У результаті дослідження визначено, що вміст вуглеводного складу розроблених пастильних виробів змінився порівнянно з контролем. Експериментально встановлено, що вміст легкозасвоюваних вуглеводів у пастилі «Смакота» знизився на 26,7 % (табл. 4.8), а масова частка полісахаридів збільшилася на 8,2 %.

Таблиця 4.8

Вміст цукрів пастильних виробів

P ≥ 0,95; n = 5

№ з/п	Вміст цукрів	Вуглеводний склад, %	
		Пастила «Ванільна» (контроль)	Пастила «Смакота»
1	Масова частка легкозасвоюваних вуглеводів, %, у т. ч.	86,03 ± 0,5	63,1 ± 0,49
1.1	Моносахариди, у тому числі: – глюкоза – фруктоза – галактоза	11,1 ± 0,10 16,3 ± 0,20 не виявлено	12,4 ± 0,10 24,1 ± 0,20 0,05 ± 0,01
1.2	Дисахариди, у тому числі: – сахароза – мальтоза	58,62 ± 0,40 0,01	23,83 ± 0,30 0,02
2	Масова частка глікозидів, %, у т. ч.	не виявлено	0,37 ± 0,2
	Стевіозид	не виявлено	0,19 ± 0,03
	Ребадіозид А	не виявлено	0,12 ± 0,02
	Флавоноїди	не виявлено	0,06 ± 0,01

Відомо, що пастильні вироби характеризуються високим вмістом сахарози, тому їх вживання обмежене. Позитивним результатом є покращення якісного складу вуглеводів у розроблених пастильних výroбах, а саме: зниження масової частки сахарози на 59,34 % від контролю, причому цінним є підвищення вмісту фруктози на 47,9 % від загальної кількості цукрів, що пояснюється збільшенням рослинної сировини.

Таблиця 4.9

Вміст полісахаридів пастильних виробів $P \geq 0,95; n = 5$

№ з/п	Пастильні вироби	Крохмаль та декстрини, г/100 г	Харчові волокна, г/100 г			Разом, г/100 г
			Пектинові речовини	Геміцелюлоза	Клітковина	
1	Пастила «Ванільна» (контроль)	$2,14 \pm 0,03$	$1,96 \pm 0,02$	$0,42 \pm 0,01$	$0,04 \pm 0,01$	$4,56 \pm 0,04$
2	Пастила «Смакота»	$2,03 \pm 0,02$	$3,34 \pm 0,04$	$0,94 \pm 0,02$	$1,12 \pm 0,02$	$7,43 \pm 0,05$

Водночас відзначено незначне підвищення вмісту глюкози у пастилi «Смакота» на 11,7 %. Однак попередніми дослідженнями було встановлено, що її всмоктуванню перешкоджає гальмуюча властивість еламіну. Необхідно зазначити появу незначної частки, галактози (0,08 %) та лактози (4,3 %) завдяки частковому гідролізу вуглеводів ВЕС, стевіозиду та еламіну. Зазнав змін склад полісахаридів, основна частина яких припадає на крохмаль.

Однак з отриманих результатів відомо, що в пастилi «Смакота» збільшується масова частка геміцелюлози (на 119,0 %), клітковини (в 28 разів), пектинів (на 19,4 %), тобто збільшується вміст харчових волокон, що досягається завдяки введенню еламіну та яблук сушених від загального вмісту олігосахаридів.

Збільшення харчових волокон є важливим аспектом, оскільки вони є одним із найважливіших компонентів життєдіяльності бактерій кишечника, і, як результат, їх достатня кількість у раціоні впливає на перистальтику кишково-шлункового тракту. Зв'язуючись із токсичними речовинами та радіонуклідами,

вони мають канцерогенний ефект, формують нерозчинні хімічні сполуки, які в подальшому виводяться з організму та сприяють швидкому засвоєнню мінеральних та харчових речовин. Слід зазначити, що вміст харчових волокон впливає на такий показник, як глікемічний індекс (ГІ) продукту.

Сьогодні ГІ є новим показником біологічної цінності, який відображає реакцію організму на продукт харчування, а саме на зміну рівня цукру в крові після його вживання, що залежить від якісного складу вуглеводів, вмісту клітковини, білків та жирів.

Дослідження раціону харчування населення показало, що існує надлишок вживання вуглеводів, поведінка яких залежить від їх виду. Відомо, що надходження глюкози в кров спричиняє викид інсуліну для її розчеплення, на нестачу якого страждають особи, хворі на цукровий діабет.

Тому виникає необхідність досліджувати не лише калорійність та енергетичну цінність розроблених пастильних виробів вказуючи вміст загальних вуглеводів (табл. 4.10), а й розрахувати рівень ГІ. Спираючись на викладений вище матеріал, вважали за доцільне розрахувати рівень ГІ пастили «Ванільна» та «Смакота» (табл. 4.11).

Визначено, що розроблені пастильні вироби мають знижену калорійність та енергетичну цінність, ніж контрольні зразки: зефір «Насолода» – на 3,0 %, пастила «Екзотика» та «Смакота» – на 7,2 та 16,2 % відповідно, що досягається завдяки введенню до рецептури 1,0 % ВЕС та стевіозиду.

Таблиця 4.10

Калорійність та енергетична цінність пастильних виробів

№ з/п	Пастильні вироби					
	Показник	Зефір «Ванільний» (контроль)	Зефір «Насолода»	Пастила «Ванільна» (контроль)	Пастила «Екзотика»	Пастила «Смакота»
1	Калорійність, кКал	356,3	346,9	367,8	341,5	308,3
2	Енергетична цінність, кДж	1493	1454	1541	1431	1292

Таблиця 4.11

Розрахунок глікемічного індексу пастильних виробів

Вуглеводи		ГІ вуглеводів, од.	Пастильні вироби			
			Пастила «Ванільна» (контроль)		Пастила «Смакота»	
			Масова частка вуглеводів	ГІ вмісту вуглеводів, од.	Масова частка вуглеводів	ГІ вмісту вуглеводів, од.
Моносахариди	Глюкоза	100	11,1	11,1	12,4	12,4
	Фруктоза	20	16,3	3,26	24,1	4,82
	Мальтоза	105	0,01	0,01	0,02	0,02
	Сахароза	75	58,62	44,0	23,83	17,87
Полісахариди	Геміцелюлоза	0	0,42	0	0,94	0
	Клітковини	0	0,04	0	1,12	0
	Крохмаль	70	2,14	1,5	2,03	1,42
Загальний ГІ виробу			59,9		36,53	

Отже, запропоновані пастильні вироби зі стевією та еламіном мають знижену енергетичну цінність, що дозволяє їх включати в раціон профілактичного харчування.

За узагальненими результатами експериментальних досліджень складу вуглеводів і розрахунку ГІ встановлено, що пастила «Смакота» належить до продуктів з низьким рівнем ГІ, який дорівнює 36,53 од. Порівнюючи його з контрольним зразком, показник рівня ГІ якого становить 59,9 од., визначено, що рівень ГІ пастили «Смакота» є нижчим на 38,0 %, а пастила «Ванільна» (контроль) належить до продуктів із середнім рівнем ГІ.

Отже, заміна масової частки цукру білого в пастильних виробах зі стевією та еламіном на натуральний підсолоджувач, рівень ГІ якого дорівнює 0, є доцільним з погляду дієтології. Розроблені вироби можна рекомендувати людям з надмірною вагою та з метою профілактики цукрового діабету. Однак разом з позитивними результатами зниження рівня ГІ розроблених пас-

тильних виробів необхідно підкреслити гальмуючу властивість еламіну щодо глюкози, тобто можна висунути гіпотезу, що під час перетравлювання легкозасвоюваних вуглеводів підвищення рівня глюкози буде повільнішим завдяки зниженому рівню ГІ виробів, а наявність еламіну перешкоджатиме частковому її всмоктуванню, що є позитивним ефектом для вживання зазначених продуктів.

4.11. Клінічні дослідження впливу пастильних виробів зі стевією та еламіном на організм людини

Сьогодні проблеми йододефіциту, ожиріння та цукрового діабету гостро стоять перед суспільством, що пов'язано передусім з погіршенням екологічної ситуації в Україні внаслідок аварії на Чорнобильській атомній електростанції (ЧАЕС). Результати досліджень науковців Є. В. Горбачової і Л. К. Орлової дозволяють стверджувати, що радіаційне опромінення є фактором ризику розвитку цукрового діабету. Під час дослідження встановлено, що в осіб, які брали участь у ліквідації аварії на ЧАЕС, цукровий діабет і діабетична ретинопатія зустрічаються частіше, ніж в аналогічній віковій групі осіб, які не брали участі в роботах. Ученими також доведено, що особи з йододефіцитним станом знаходяться в групі ризику до цих захворювань.

Враховуючи, що пастильні вироби містять від 60,0 до 70,0 % пектиновміщуючого пюре яблучного, в якому наявні розгалужені макромолекули пектину, що обумовлюють їх здатність виводити з організму солі важких металів і радіоактивні речовини, введення еламіну як йодовміщуючої сировини викликало науковий інтерес не лише з точки зору підсилення радіопротекторної дії виробів, але й з метою профілактики йододефіцитних станів завдяки фортифікації йодом, що стало передумовою проведення клінічних досліджень.

Дослідження проводили відповідно до принципів Хельсінської декларації, на підставі «Договору про творче співробітництво» з Охтирською центральною районною лікарнею (ОЦРЛ) у відділенні дієтичних, клінічних і медико-профілактичних досліджень за участю доктора медичних наук Ю. Г. Дульського, головного лікаря ОЦРЛ П. П. Збараського, завідувача клінічної лабораторії «Медіа Строй».

Перевагою обраної йодовміщуючої сировини є органічна форма йоду, наявність вмісту селену та заліза, що забезпечує його засвоєння без ризику передозування. У ході дослідження визначено збільшення рівня екскреції йоду із сечею в усіх пацієнтів, які вживали розроблені пастильні вироби. Також відзначено підвищення відсотка екскреції йоду у практично здорових пацієнтів – ≥ 100 мкг/л відповідно до початкового вмісту ≤ 70 мкг/л.

Динаміка пояснюється саме органічною формою йоду, який, на відміну від неорганічного, знаходиться у зв'язаному стані та участі у більшості хімічних реакцій не бере. Надходячи через травний тракт до печінки, під дією ферментів дейоденаз, відділяється від амінокислоти для синтезу гормонів щитоподібної залози. Механізм регулювання надходження ззовні контролюється через систему гомеостазу, тому ступінь засвоєння йоду для кожної особи залежить від потреби організму. Надлишок йодованих амінокислот (йодтирозинів), переробляючись в гепатоцитах печінки, перетворюється на глюкороніан і природним шляхом виводиться з організму. Саме тому не відбувається надмірного накопичення йоду і небажані наслідки не спостерігаються, тоді як неорганічний є дуже активною речовиною, який проникає в кров, вступає в хімічні реакції з органічними сполуками в організмі, змінюючи їх.

Значний вміст йоду в сечі спостерігається у пацієнтів з підвищеним онкомаркером підшлункової залози і жовчного міхура ($\geq (100-300)$ мкг/л), що можна пояснити зазначеними вище симптоматичними захворюваннями. Такі пацієнти найчастіше мають гормональний дисбаланс, результатом чого є нестача гормону підшлункової залози. Однак для підтвердження цієї гіпотези потрібні більш детальні медичні дослідження.

У пацієнтів, хворих на цукровий діабет I та II типу з наявністю йододефіциту, спостерігається прогнозований відсоток екскреції йоду з сечею ($\geq (70-90)$ мкг/л), що підтверджує гіпотезу про засвоєння йоду в організмі в результаті споживання як його збагачувача виробів з еламіном.

Для більш детального вивчення лікувально-профілактичного впливу на організм пастильних виробів з екстрактом стевії та еламіном вважали за доцільне дослідити кількість тиреотропного гормону, тиреотропіну (ТТГ), тироксину вільного ($T_{4\text{вільн.}}$), антитіла до пероксидази щитоподібної залози (АТПО), що проводили за зразками крові пацієнтів.

У пацієнтів з підвищеним онкомаркером підшлункової залози і жовчного міхура відзначено зменшення кількості АТПО, у першого пацієнта від 34,8 до 18,0 МЕ/мл; у другого – від 34,0 до 24,0 МЕ/мл; у третього – від 22,7 до 20,7 МЕ/мл. Отримані результати є свідченням органічного походження йоду. У пацієнтів із цукровим діабетом II типу та йододефіцитом майже на 3,0–3,5 % до норми цей показник стабілізувався. Споживання виробів не вплинуло на групу пацієнтів з цукровим діабетом I типу, рівень АТПО не змінився.

Визначені властивості еламіну, що гальмують дифузію моноцукридів, дозволили висунути гіпотезу, що в комплексному застосуванні зі стевією розроблені вироби матимуть профілактичну дію щодо ожиріння, цукрового діабету та позитивно впливатимуть на рівень інсуліну, глюкагону, адреналіну (епінефрину), кортизолу у крові пацієнтів.

Цукровий діабет I типу пов'язаний зі зниженням рівня інсуліну в крові, що спостерігалася у 7, 8, 9-го пацієнтів, рівень якого на початку дослідження визначено 2,6; 3,3; 2,9 мкЕД/мл відповідно (при нормі 8–12,5 мкЕД/мл). Після вживання пастильних виробів зі стевією та еламіном протягом дослідного періоду його рівень підвищився до 4,5; 4,7; 3,9 мкЕД/мл відповідно.

Пацієнти із цукровим діабетом II типу та йододефіцитом нечутливі до власного інсуліну і, як правило, його рівень підвищений, що простежується з результатів клінічного дослідження – 9,2–14,2 мкЕД/мл. Однак після вживання пастили у пацієнтів спостерігалася нормалізація рівня інсуліну – 8,7–12,3 мкЕД/мл, що, ймовірно, пов'язано з насиченням гормонів щитовидної залози.

Співвідношення в межах норми інсуліну і глюкагону забезпечує оптимальну концентрацію глюкози у крові, а зниження рівня інсуліну супроводжується надлишком глюкагону, що призводить до утилізації глюкози і активізації процесу глюконеогенезу в крові. Тоді як збільшення рівня інсуліну і глюкагону підвищує рівень адреналіну і кортизолу. Динаміку залежностей відзначено у пацієнтів, хворих на цукровий діабет II типу з йододефіцитом – вміст адреналіну визначено в діапазоні 2,7–3,6 нмоль/л (відповідно до норми 2,0–2,5 нмоль/л); вміст кортизолу – 672–720 нмоль/л (відповідно до норми 138–635 нмоль/л). У пацієнтів із цукровим діабетом I типу вміст адреналіну дорівнював в діапазоні 2,7–3,9 нмоль/л, кортизолу – 625–695 нмоль/л.

Після вживання розроблених виробів спостерігалась незначна стабілізація інсуліну і глюкагону, і, як результат, адреналіну та кортизолу. Отримані результати свідчать про позитивний вплив розроблених пастильних виробів на збалансування гормонального фону пацієнтів, хворих на цукровий діабет з йододефіцитом.

У ході науково-практичної роботи спеціалістами надано рекомендації щодо вживання з розрахунку «споживчого кошику» у кількості 100 г виробу на добу як додаток до основного раціону з метою покриття частки добової потреби в йоді, що має лікувально-профілактичний ефект йододефіцитних станів в умовно здорових людей та у хворих на цукровий діабет II типу з йододефіцитом.

4.12. Висновки та рекомендації для готелів та ресторанів стосовно технології виробництва пастильних виробів з лікувально-профілактичним спрямуванням

З метою отримання виробів з високими органолептичними, фізико-хімічними та структурно-механічними показниками якості пастили з екстрактом стевії та еламіном визначено раціональні співвідношення: цукру білого – 35,4 %; еламіну – 0,84 %; стевіозиду – 0,04 %; яблук сушених – 6,98 % на 100 г готової продукції.

На основі викладених вище результатів комплексу досліджень обґрунтовано та розроблено рецептури пастильних виробів з використанням екстракту стевії та еламіну, а саме: зефіру з екстрактом стевії «Насолода», пастили зі стевією та еламіном «Екзотика» та пастили з екстрактом стевії та еламіном «Смакота», відповідно до яких складено схеми виробництва та відпрацьовано в умовах виробничих потужностей. Яйця овоскопували, обробляли розчином карбонату натрію, промивали, очищували від шкаралупи та відділяли білок від жовтка. Партії пюре яблучного купажували, протирали на ситі з розміром отворів $d = 0,5\text{--}1$ мм з метою вилучення шматочків шкірки яблук та домішок. Яблука сушені піддавали механічній обробці до розміру часток $d = 1\text{--}1,5$ мм. Патоку заздалегідь підігрівали до $t = 40\text{--}50$ °C та проціджували через сито (розмір отворів – $d = 2$ мм). Молочну кислоту фільтрували через тонку тканину

для видалення механічних включень. Для приготування ЦС для зефіру та пастили агар запарювали у ВЕС протягом $\tau = 90\text{--}60$ с та відправляли до уварювання шляхом змішування з цукром білим і патокою крохмальною до масової частки сухих речовин 78 ± 1 %. Одержаний ЦС проціджували для видалення механічних домішок, охолоджували до $t = 85 \pm 3$ °C та вносили до пастильної маси.

Під час приготування пастильної маси для зефіру «Насолода» готували збіту масу шляхом змішування пюре яблучного з цукром білим та білком яєчним до збільшення об'єму в 3 рази протягом $\tau = (9\text{--}10) \cdot 60$ с, після чого вносили мед квітковий, висівки пшеничні, піддаючи механічній обробці протягом $\tau = 5 \cdot 60$ с, та вводили охолоджений ЦС, збиваючи протягом $\tau = 3 \cdot 60$ с, додавали смако-ароматичні добавки (ванілін, кислоту молочну).

Приготування пастильної маси для пастили «Екзотика» та «Смакота» проведено шляхом уварювання пюре яблучного з цукром білим. Для пастили «Смакота» додатково вводили яблука сушені з метою доведення до кількості сухих речовин 64,0 %, після охолодження до $t = (80\text{--}90)$ °C вносили необхідну концентрацію еламіну. Отриману суміш яблучного пюре збивали з підготовленим яєчним білком, для пастили «Смакота» вносили стевіозид. Охолоджений ЦС вводили в рецептурну систему на $\tau = 13 \cdot 60$ с після збільшення об'єму пастильної маси у 2–2,5 рази. На $18 \cdot 60$ с додавали смако-ароматичні добавки (ванілін, кислоту молочну).

Рецептурну суміш пастили розливали в дерев'яні лотки, охолоджували до температури $t = 40$ °C та відправляли на відстоювання протягом $(6\text{--}8) \cdot 60$ с за температури $t = 25,0\text{--}27,0$ °C. Після чого відправляли для нарізання та обсипання цукровою пудрою з метою одержання цукрової скоринки. Вироби переміщували до сушильних шаф для видалення зайвої вологи протягом $\tau = 3\text{--}3,5 \cdot 60^2$ с за температури $t = 50,0 \pm 2,0$ °C. Готові вироби переміщували на дільницю пакування для фасування та пакування в споживчу тару. Розроблена схема виробництва пастильних виробів із використанням стевії та еламіну не передбачає спеціального апаратного оформлення процесу та суттєвих змін якісних характеристик готової продукції. Необхідно передбачити лише додаткові ємності для приготування ВЕС, дозування висівок, меду, еламіну та стевіозиду.

На розроблені види пастильних виробів отримано патенти на корисну модель «Спосіб виробництва зефіру “Насолода”» № 61725, «Спосіб виробництва пастили зі стевією та еламіном “Екзотика”» № 92870 та «Спосіб виробництва пастили з екстрактом стевії та еламіном “Смакота”» № 92869.

Клінічними дослідженнями встановлено, що зефір «Насолода», пастили «Екзотика» та «Смакота» дозволено рекомендувати розроблені вироби для профілактики захворювань ЦД. Якість розробленої продукції перевищує контроль завдяки підвищенню вмісту харчових волокон, вітамінів і мінеральних речовин, зокрема йоду.

Розроблені пастильні вироби рекомендовано вживати у кількості чотирьох виробів $m = 20\text{--}25$ г на добу. Розроблено рецептури та схеми виробництва бісквітів «Здоров'я», «Збагачений» та «Легкий». Отримано патенти на розроблені вироби. Затверджено нормативно-технічну документацію ТУ У 15.8-01566330-289:2013.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Эффективность использования ягодных пюре в производстве зефирного крема / С. Ю. Сухинина, В. Г. Селяницкая, Н. А. Пальчикова [и др.] // Вопросы питания. – 2007. – № 1. – С. 21–23.

2 Сухинина С. Ю. Формирование пенных структур пищевых продуктов, содержащих белки и пектины / С. Ю. Сухинина // Изв. вузов. пищ. технология. – 2007. – № 4. – С. 20–23.

3. Сухинина С. Ю. Поверхностно-активные свойства модельных систем, содержащих сапонины в присутствии белков и пектинов / С. Ю. Сухинина, В. С. Баранов // Изв. вузов. пищ. технология. – 2007. – № 4–5. – С. 23–24.

4. Сухинина С. Ю. Пенообразующие и эмульгирующие свойства модельных систем ПАВ пищевых продуктов / С. Ю. Сухинина // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2006. – № 4. – С. 54–56.

5. А. с. 1722389 СССР МКИ А 23 G 3/00. Способ производства кремowo-сбивной массы / В. С. Барановская, Д. В. Новиков (СССР); заявл. 29.04.90; опубл. 10. 12. 92, Бюл. № 27.

6. А. с. 1279575. СССР МКИ. Способ получения взбивных кондитерских изделий / В. С. Баранов, Е. А. Матвиенко (СССР); заявл. 24.11.84; опубл. 10.10.86, Бюл. № 48.

7. А. с. 1752312А1. СССР МКИ А 23 G 3/00. Способ приготовления взбивных десертных изделий / С. В. Журавлев, П. П. Пивоваров, О. А. Гринченко, М. М. Калакура, С. К. Воцелко, О. В. Самохвалова (СССР). – № 4788839/13 ; заявл. 05.02.90 ; опубл. 07.08.92, Бюл. № 29.

8. Остроумов Л. А. Формирование пенных структур пищевых продуктов, содержащих белки и пектины / Л. А. Остроумов, Р. И. Скворцова, С. Я. Корякина // Изв. вузов. пищ. технология. – 2008. – № 4. – С. 20–23.

9. Борисова Л. П. Производство мармеладо-пастильных изделий, ириса, халвы / Л. П. Борисова. – М. : Пищ. пром-сть, 2008. – 148 с.
10. Beroth I. Structural Study of the Solutions of acidic polysaccharides / I. Beroth, M. Anger, S. Plashshina // Study of Some thermodynamic properties of the oligite pectin solution with different degrees of esterification Carbohyd Polym. – 2002. – Vol. 2, № 1. – P. 1–8.
11. Ермоленко Р. С. Использование традиционных и нетрадиционных источников белков в рационе питания человека / Р. С. Ермоленко, Л. А. Алехина, Л. В. Артюх // Растительные ресурсы для здоровья человека : I Междунар. науч.-практ. конф., 23–27 сентября 2002 г., Москва – Сергиев-Посад : [сб. тезисов]. – М., 2002. – С. 298–299.
12. Hess S. Y. Thyroid volume in a national sample of iodine-sufficient Swiss school children: comparison to the WHO/ICCIDD normative thyroid volume criteria / S. Y. Hess, M. B. Zimmermann // Eur. J. Endocr. – 2000. – Vol. 142. – P. 599–603.
13. Донченко Л. В. Технология зефира / Л. В. Донченко. – М. : ДеЛи, 2000. – 237 с.
14. Зубченко А. В. Производство пенообразных кондитерских изделий / А. В. Зубченко, Г. О. Магомедов, А. Я. Олейников // Питание. – М. : АгроНИИТЭИПП. – 1989. – Сер. 17, вып. 6. – 24 с.
15. Tomlinson R. China fights fall in IQ due to iodine deficiency / R. Tomlinson // BMJ. – 2005 Jan. – № 21. – P. 148.
16. Vir S. C. Current status of iodine deficiency disorders (IDD) and strategy for its control in India / S. C. Vir // Indian J Pediatr. – 2002 Jul. – № 69(7). – P. 589–596.
17. Global Prevalence of iodine Deficiency Disorders / World Health Organization. – Geneva, 2003. – 145 p.
18. Парфененко В. В. Использование вторичного и нетрадиционного сырья для изготовления кондитерских изделий / В. В. Парфененко, М. Б. Эйнгор // Пищевая и перерабатывающая промышленность. – 1987. – № 9. – С. 28–32.
19. Пат. 2134520 А России, МКИ А23J1/20. Способ получения йодированного пищевого продукта / В. П. Андрейчук, В. В. Передерий, Р. Л. Тигранян, [и др.]. ; заявл. 16.07.66; опубл. 20.08.68, Бюл. № 23. – 10 с.
20. Пат. А 2151611 России, МПК А 61 К 38/16. Средство для регулирования йодного обмена или профилактики йод дефицитных состояний / А. Ф. Цыб, Р. А. Розиев [и др.]. ; заявл. 18.06.78; опубл. 27.06.79, Бюл. № 14. – 9 с.

21. Пат. А 2192150 России, МКИ А 23L1/304. Биологически активная добавка к пище для профилактики йодной недостаточности и оптимизации йодного обмена и пищевой продукт, его содержащий / В. П. Андрейчук, Е. В. Андрейчук, Д. В. Андрейчук, Р. Л. Тигранян; заявл. 14.05.78; опубл. 10.11.78, Бюл. № 23. – 11 с.

22. А. с. 1703027A1. СССР МКИ А 23G 3/00. Способ производства корпуса сбивных конфет / В. Н. Иващенко, Т. Н. Котюкова, Л. Г. Ткаченко, П. Д. Березовиков (СССР). – № 4756409/13 ; заявл. 19.11.89 ; опубл. 07.01.90, Бюл. № 1.

23. Сирохман І. В. Асортимент кондитерських виробів / І. В. Сирохман, І. М. Задорожній. – М. : Харчова пром.-ть, 2002. – С. 65–73.

24. Гвоздик И. А. Приготовление сбивных, жележных изделий / И. А. Гвоздик // Хлебопекарная и кондитерская промышленность. – 1982. – № 18. – С. 12–3.

25. Дорохович А. Харчова та енергетична цінність, пастильних виробів / А. Дорохович, В. Яценко, Р. Крамаренко // Харчова і переробна промисловість. – 2000. – № 11–12. – С. 18–19.

26. Смеси для обогащения пастильных изделий / Б. Н. Троицкий, В. В. Писменный, А. И. Черкашин, С. И. Сотникова // Хлебопечение России. – 2003. – № 6. – С. 18–19.

27. Астахова Л. Н. Щитовидная железа у детей: последствия Чернобыля / Л. Н. Астахова. – Минск : Беларусь, 1996. – 214 с.

28. Щелкунов Л. В. Пища и экология / Л. В. Щелкунов, М. С. Дудкин, В. Н. Корзун. – Одесса : Оптимум, 2000. – 517 с.

29. Gerasimov С. Iodine Deficiency in Europe / С. Gerasimov, О. Judenitch, І. Dedov // Eds F. Delange et al. – 1993. – P. 347– 354.

30. Одинцова М. В. Биологически активные добавки к пище для профилактики и лечения йоддефицитных состояний / М. В. Одинцова, В. О. Позняковский // Пища. Экология. Человек»: III междунар. науч.-техн. конф. : [материалы]. – М., 1999. – С. 18.

31. Indicators for Assessing Iodine Deficiency Disorders and their Control Programmes: Report of a Joint WHO/UNICEF/ ICCIDD Consultation. – Geneva, 1993. – 32 p.

32. Александров Ю. К. Оценка эффективности йодной профилактики / Ю. К. Александров, Ю. Н. Агапитов, М. М. Кузнецов // Проблемы эндокринологии. – 1997. – № 1. – С. 11–13.

33. Дерев'янка Л. П. Шляхи збереження здоров'я населення України на межі тисячоліть / Л. П. Дерев'янка // Нові

технології при вирішенні медико-екологічних проблем : між-
нар. науково-практ. конф. 30 травня – 2 червня 2000 р., Київ :
[зб. матеріалів]. – К. : Знання, 2000. – С. 60.

34. Карпенко П. О. Продукти спеціального призначення та
перспективи їх використання / П. О. Карпенко // Нові технології
при вирішенні медико-екологічних проблем : міжнар. науково-
практ. конф., 25–28 вересня 2000 р. : зб. матер. – К. : Знання,
2000. – С. 20–23.

35. Белякова Н. А. Эндемическая патология щитовид-
ной железы у жителей тверского региона и эффективность
различных способов профилактики йодной недостаточности /
Н. А. Белякова // Социально-медицинские аспекты состояния
здоровья и среды обитания населения, проживающего в йод-
дефицитных регионах России и стран СНГ : междунар. науч.
конф. : [матер.]. – Тверь, 2008. – С. 23–26.

36. Бардов В. Г. «Йодказеин» как средство для профилак-
тики йодной недостаточности / В. Г. Бардов, Г. Г. Онищенко, Р. А. Ро-
зиев // Планета и здоровье-2009 : научно-практ. конф. : [ма-
тер.]. – М., 2009. – С. 97.

37. Иоргачева Е. Г. Функциональные пищевые добавки из
йодсодержащего растительного сырья в составе кондитерских
изделий / Е. Г. Иоргачева, Л. В. Капрельянц, С. И. Баннова // Кон-
дитерское производство. – 2008. – № 4. – С. 51–53.

38. Дерев'янка Л. П. Шляхи збереження здоров'я населен-
ня України на межі тисячоліть / Л. П. Дерев'янка // Нові тех-
нології при вирішенні медико-екологічних проблем: міжнар.
наук.-практ. конф., 30 травня – 2 червня 2000 р.: [зб. матер.]. –
К. : Знання, 2000. – С. 60.

39. Збагачення пшеничного хліба мікронутрієнтами /
Л. Ю. Арсеньєва, Л. О. Герасименко, М. М. Антонюк, В. Ф. Доцен-
ко // Накові праці НУХТ. – К., 2003. – № 14. – С. 51–53.

40. Дедов И. И. Йоддефицитные заболевания в Российской
Федерации / И. И. Дедов, Г. А. Герасимов, Н. Ю. Свириденко : ме-
тод. пособие. – М., 2005. – 32 с.

41. Конюхов В. А. Методические подходы к гигиенической
оценке риска йодного дефицита / В. А. Конюхов // Гигиена и са-
нитария. – 2002. – № 1. – С. 71–73.

42. Медицинские аспекты влияния малых доз радиации
на организм детей и подростков / И. И. Дедов, Г. А. Герасимов,
Г. Ф. Александрова [и др.]. – М., 2006. – С. 53–57.

43. Распространенность зоба и йодный дефицит в некоторых районах Беларуси / А. Н. Арингин, С. В. Петренко, И. Д. Хмара [и др.]. // Отдаленные медицинские последствия Чернобыльской катастрофы : II междунар. конф. : [матер.]. – К., 2008. – С. 12–13.

44. Таранушенко Т. Е. Йодное обеспечение новорожденных в условиях природной зубной эндемии / Т. Е. Таранушенко, Л. А. Щеплягина // Пробл. эндокринологии. – 2006. – № 6. – С. 10–13.

45. Roziev R. A. Iodcasein – new organic compound of iodine for prophylactics of iodine deficiency / R. A. Roziev, A. P. Goncharova // 6-th European Congress of Endocrinology, 26–30 April 2003 Lyon. France. : Lyon, Abstract book, 2003. – P. 903.

46. Стивен Ц. Повреждение мозга при дефиците йода: данные о непрерывном спектре влияния такого дефицита на население соответствующих районов / Ц. Стивен, С. Бояж // Преодоление последствий дефицита йода. – М., 2009. – С. 21–30.

47. Герасимов Г. А. Йоддефицитные заболевания : пособие для врачей / Г. А. Герасимов, Н. Ю. Свириденко, А. А. Шишкина – М., 2001. – 75 с.

48. Утенина В. В. Диффузный нетоксический зоб у детей (проблемы и решения) : автореф. дис. на соиск. ученой степени д-ра мед. наук / В. В. Утенина. – Оренбург, 2009. – 20 с.

49. Матасар И. П. Заболевания, вызываемые дефицитом йода, и методы их профилактики / И. П. Матасар, Н. С. Салий, В. М. Водопьянов – К., 2007. – 280 с.

50. Трифонова И. Ю. Йодное обеспечение / И. Ю. Трифонова // Пробл. эндокринологии. – 2008. – № 6. – С. 33–35.

51. Оценка тяжести йодного дефицита / Т. Е. Таранушенко, С. А. Доганин, А. Я. Панфилов [и др.] // Пробл. эндокринологии. – 2003. – № 2. – С. 19–24.

52. Свириденко Н. Ю. Йоддефицитные заболевания. Эпидемиология, методы диагностики, профилактики и лечения : дис. ... д-ра мед. наук Н. Ю. Свириденко. – М., 2009. – 186 с.

53. Ерашова Л. Д. Функциональные продукты для здорового питания / Л. Д. Ерашова // Ваше питание. – 2009. – № 1. – С. 4–6.

54. Коломийцева М. Г. Микроэлементы в медицине / М. Г. Коломийцева, Р. Д. Габович. – М. : Медицина, 1970. – 288 с.

55. Краткая химическая энциклопедия : в 5 т. Т. 2 / под ред. И. Л. Кнунянц [и др.] – М. : Сов. энциклопедия, 1963. – С. 285–287.

56. Йодированный белок молока – йодказеин – новое решение проблемы йодной недостаточности / А. Ф. Цыб, Р. А. Розиев, А. Я. Гончарова [и др.] // Современные проблемы питания населения и военнослужащих : Всероссийская научно-практ. конф., 18–19 мая 2000 г. : [матер.]. – СПб., 2000. – С.2 50–251.

57. Казьмин В. Д. Морские сокровища / В. Д. Казьмин. – М. : Пищевая пром-сть, 1996. – 137 с.

58. Йодування хліба – один зі способів вирішення проблеми йоддефіциту / Л. Ю. Арсеньєва, В. І. Дробот, Л. О. Герасименко, В. Ф. Доценко // Гігієнічна наука та практика на рубежі століть : XIV з'їзд гігієністів України. – Дніпропетровськ, 2004. – С. 350–353.

59. Курбацкая Т. П. К вопросам о нетрадиционных подходах в лечении диффузного нетоксического зоба у детей и подростков / Т. П. Курбацкая // Проблемы медичної науки та освіти. – 2002. – № 4. – С. 91–93.

60. Матасар І. Т. Заболевания, вызываемые дефицитом йода, и методы их профилактики / І. Т. Матасар, Н. С. Салий, В. М. Водопьянов. – К., 2002. – 280 с.

61. Матасар І. Т. Науково-організаційні та концептуальні аспекти профілактики йоддефіциту в Україні / І. Т. Матасар, Н. Ю. Позняк, С. Я. Волошина. // Харчування як фактор формування здоров'я населення : міжнар. наук.-практ. конф., 15–16 травня 2007 р. : зб. тез. доп. – Київ, 2007. – С. 62.

62. Мохнач В. О. Соединения йода с высокополимерами, их антисептические и лечебные свойства / О. В. Мохнач. – М. : АН СССР, 1962. – С. 178.

63. Назаров В. П. Натуральная радиозащитная пищевая добавка из морской капусты – источник макро- и микроэлементов, витаминов и биологически активных веществ / В. П. Назаров, Н. П. Полотай // Актуальные проблемы санаторно-курортной диетотерапии : научн. конф. : [матер.]. – Запорожье, 2007. – С. 19–23.

64. Наукоємна продукція та нові технології [Електронний ресурс] // Щоденна інформація про новини у галузі науки і технологій. 05.09.02. – Режим доступу : www.rusnauka.com.

65. Новые виды профилактических хлебобулочных изделий для школьного питания / Л. Н. Шатнюк, И. Я. Конь, Л. А. Трубка [и др.] // Хлебопечение России. – № 6. – 2009. – С. 20–21.

66. Вивчення впливу природних і антропогенних факторів на захворюваність дітей хворобами крові та кровотворних органів на територіях Київської області, що постраждали внаслідок аварії на ЧАЕС / В. Г. Бебешко, К. М. Бруслова, Л. К. Байда [та ін.] // Наука. Чорнобиль-96 : наук.-практ. конф. : [матер.]. – К., 1997. – С. 246–253.

67. Индуцированный йодом гипертериоз: распространенность и эпидемиология / Д. Станбури, А. Эрмане, Р. Вордокс [и др.] // Преодоление последствий дефицита йода: зарубежный опыт : научн. конф. : [матер.] – М., 2006. – С.43–66.

68. Ионизирующая радиация и питание детей / В. Н. Корзун, Л. В. Курило, Е. И. Степанова, В. Ф. Торбин. – К. : Чернобыльинтеринформ, 1997. – 121 с.

69. Онищенко Г. Г. О дополнительных мерах по профилактике йоддефицитных состояний / Г. Г. Онищенко, А. И. Петухов, И. В. Сваховская // Вопросы питания. – 1998. – № 2. – С. 9–11.

70. Виконання у 2002–2009 роки Національної програми мінімізації наслідків Чорнобильської катастрофи: Річна доповідь МНС України. – К., 2009. – 55 с.

71. Дробот В. И. Использование нетрадиционного сырья в хлебопекарной промышленности / В. И. Дробот. – К. : Урожай, 1998. – 152 с.

72. Дудкин М. С. Комплексы белков и пищевых волокон, обогащенные йодом / М. С. Дудкин, Т. В. Сагайдак, Л. Ф. Щелкунов // Известия ВУЗов. Пищевая технология. – 2001. – № 2. – С. 18–21

73. Продукты с нетрадиционными биологически активными добавками / А. Ф. Цыб, Р. А. Розиев, Н. И. Бевз [и др.] // Молочная промышленность. – 2009. – № 11. – С. 11–13.

74. Арсеньева Л. Ю. Разработка и медико-биологическая оценка хлебобулочных изделий с фукусами / Л. Ю. Арсеньева, В. Н. Корзун, Л. А. Герасименко [и др.] // Морские прибрежные экосистемы: водоросли, беспозвоночные и продукты их переработки : II междунар. науч.-практ. конф. : [матер.]. – Архангельск, 2005. – С. 247–252.

75. Резниченко И. Ю. Применение йодообогащающей пищевой добавки «Амитон» в производстве новых видов песочного печенья / И. Ю. Резниченко, Т. М. Дроздова // Технологии и процессы пищевых производств. – Кемерово, 2007. – С. 104–105.

76. Разработка мясных продуктов, обогащенных йодом [Электронный ресурс] / В. С. Ветров, Л. П. Садовская, С. А. Гордынец, Т. В. Кусонская. – Режим доступа : www.thyronet.rusmedserv.com.

77. Ситник І. П. Розробка технології хліба для екологічно забруднених зон з використанням водорості зостери : дис. канд. техн. наук : 05.18.01 / І. П. Ситник. – К., 2002. – 143 с.

78. Совещание по обеспечению гарантии качества программ йодирования соли [Электронный ресурс]. – Режим доступа : www.medbiopharm.ru.

79. Толкунова Н. Н. Экстракт фукуса – новое решение проблемы йодной недостаточности / Н. Н. Толкунова, А. Я. Бидюк, С. Л. Свергуненко // Пищевая пром-сть. – 2004. – № 2. – С. 74.

80. Хлеб и хлебобулочные изделия «Рябиனுшка» (витаминизированные и йодированные). Технические условия: ТУ У 9110-273-05747152-08 «Рябиனுшка». – 20 с.

81. Хліб з цистозірою: Технічні умови. ТУ У 46.22.БО-15-06 на дослідну партію 10000 тонн. – 18 с.

82. Черняев С. И. Йод + молоко = здоровье / С. И. Черняев, О. В. Томчани, И. И. Зевакин // Молочая промышленность. – 2000. – № 10. – С. 33–34.

83. Шаран Л. О. Удосконалення технології йодування хліба / Л. О. Шаран, Л. Ю. Арсеньєва // 71 наук. конф., молодих вчених, аспірантів і студентів. : [матер.]. – К. : НУХТ, 2005. – Ч. 2. – С. 52.

84. Эффективность использования обогащенного йодом плавленого сыра в профилактике эндемического зоба / С. Ю. Сухина, В. Г. Селяницкая, Н. А. Пальчикова [и др.] // Вопросы питания. – 2007. – № 1. – С. 21–23.

85. Беззубов А. Д. Диетические и лечебные кондитерские изделия / А. Д. Беззубов. – М., 1966. – С. 40–41.

86. Беззубов А. Д. Использование пектиновых веществ в производстве диетических и лечебных продуктов питания / А. Д. Беззубов // Научно-техническое совещание по вопросам технологии и химии пектина. – М., 1965.

87. Беззубов А. Д. Использование морской капусты в лечебно-профилактическом питании / А. Д. Беззубов, М. Г. Коломийцева, М. Н. Романская // Врачебное дело. – 1967. – № 6. – 137 с.

88. Зубченко А. В. Влияние физико-химических процессов на качество кондитерских изделий / А. В. Зубченко. – М. : Агропромиздат, 1986. – 296 с.

89. Зубченко А. В. Технология кондитерского производства / А. В. Зубченко. – Воронеж, 1999. – 432 с.
90. Зубченко А. В. Физико-химические основы технологии кондитерских изделий : учебник / А. В. Зубченко. – 2-е изд. перераб. и доп. – Воронеж, 2001. – 389 с.
91. Зубченко А. В. Производство пенообразных кондитерских изделий / А. В. Зубченко, Г. О. Магомедов, А. Я. Олейникова – М. : АгроНИИТЭИПП, 1989. – Сер. 17. Вып. 6. – 24 с.
92. Тихомиров В. К. Пены. Теория и практика их получения и разрушения / В. К. Тихомиров. – 2-е изд., доп. и перераб. – М. : Химия, 1983. – 264 с.
93. Воюцкий С. С. Курс коллоидной химии / С. С. Воюцкий. – 2-е изд., доп. и перераб. – М. : Химия, 1975. – 512 с.
94. Пищевая химия / А. П. Нечаев, С. Е. Траубенберг, А. А. Кочеткова ; под ред. А. П. Нечаева. – СПб. : ГИОРД, 2001. – 592 с.
95. Ребиндер П. А. Поверхностно-активные вещества /А. П. Ребиндер. – М. : Знание, 1961. – 45 с.
96. Пустовалов Н. Н. Пенообразование в растворах алкилсульфатов натрия // Н. Н. Пустовалов, В. В. Пушкарев, В. Г. Березюк // Коллоидн. журн. – 1974. – Т. 36, № 1. – С. 171–173.
97. Просеков А. Ю. Разработка технологии молочных продуктов со сбивной структурой с использованием растительного сырья : дис. канд. техн. наук. / А. Ю. Просеков. – Кемерово, 1999.
98. Маршалкина Н. А. Производство кондитерских изделий / Н. А. Маршалкина; под ред. Г. А. Маршалкина. – М. : Колос, 1994. – 272 с.
99. Ребиндер П. А. Физико-химическая механика / П. А. Ребиндер. – М. : Наука, 1960. – 378 с.
100. Ребиндер П. А. Поверхностные явления в дисперсных системах / П. А. Ребиндер. – М., 1978. – С. 61–120
101. Ребиндер П. А. Физико-химическая механика дисперсных структур в химической технологии / П. А. Ребиндер, Б. Н. Урьев, Е. Д. Шукин // Теоретические основы химической технологии. – 1972. – Т. VI, № 6. – С. 872–879.
102. Мироненко Н. В. Зависимость студнеобразующей способности пектина от физико-химических показателей / Н. В. Мироненко, М. В. Юрченко // Перед. произв. и научн. опыт, рекомендуемый для внедрения в сахарной, крахмалопаточной и конд. промышл. – М. : АгроНИИТЭИПП, 1991. – Вып. 1 – С. 31–34.

103. Мачихин Ю. А. Реология пищевых продуктов / Ю. А. Мачихин. – М., 1999. – 92 с.

104. Магомедов Г. О. Интенсивный способ приготовления яблочно-пектиновой смеси в производстве зефира / Г. О. Магомедов, А. К. Магомедова, А. В. Зубченко // Хранение и переработка сельхозсырья. – 1995. – № 5. – С. 30–32.

105. Поверхностно-активные вещества / под ред. А. А. Абрамуна, Г. М. Гаевого. – Л. : Химия, 1979. – 376 с.

106. Приоритеты развития науки и научного обеспечения в пищевых отраслях АПК: механизм формирования и реализации / А. М. Богатырев, О. А. Масленникова, А. П. Нечаев. – М. : Пищ. пром-сть, 2005. – 176 с.

107. Шевченко О. Е. Формування якості морозива функціонального призначення шляхом збагачення йодом та білком : дис. ... канд. техн. наук / О. Е. Шевченко. – Харків, 2009. – 176 с.

108. Шевченко Е. Е. Физико-химические изменения в мороженое с внесением полуфабриката еламина // Е. Е. Шевченко, Г. И. Дюкарева // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2008. – № 4. – С. 41–42.

109. Герасименко Л. О. Збагачення хліба йодовмісною добавкою із зостери / Л. О. Герасименко, Л. Ю. Арсеньєва // Міжнар. наук. конф. молодих вчених, аспірантів та студентів. : [тези доп.]. – Київ : НУХТ, 2008. – Ч. 2. – С. 59.

110. Лурье И. С. Технология кондитерского производства / И. С. Лурье. – М. : Агропромиздат, 1992. – 399 с.

111. Тимченко Н. В. Зависимость пенообразующей способности от физико-химических показателей / Н. В. Тимченко, М. В. Юрченко // Перед. произв. и научн. опыт, рекомендуемый для внедрения в сахарной, крахмалопаточной и конд. промышл. – М. : АгроНИИТЭИПП, 1994. – Вып. 2.

112. Мачихин Ю. А. Инженерная реология пищевых материалов / Ю. А. Мачихин, С. А. Мачихин. – М. : Легкая и пищевая промышленность, 1981. – 213 с.

113. Метод расчетов и вычислений / под ред. проф. В. Г. Конарева : методические указания. – Ленинград, 1973.

114. Евгеньєва В. С. Новое в технологии кондитерского производства // В. С. Евгеньєва // Перед. произв. и научный опыт, рекомендуемый для внедрения в сахарной крахмало-паточной и кондитерской промышленности. – М. : АгроНИИТЭИПП, 2009. – Вып. 2. – С. 26–37.

115 Малі підприємства виробники, розвиток, перспектива. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : www.news.unipack.ru.

116. Корзун В. Н. Экспертное заключение о радиозащитных свойствах эламина в условиях внутреннего облучения животных цезием и стронцием / В. Н. Корзун, В. А. Бузунов // НЦРМ АМН Украины. – К., 1994. – 4 с.

117 Корзун В. Н. Нові методи у профілактиці та лікуванні йододефіцитних захворювань у дітей / В. Н. Корзун // Актуальні питання педіатрії, акушерства та гінекології. – Т. : Укрмедкнига, 2011. – С. 128–130.

118. Технологія харчових продуктів функціонального призначення : монографія / [А. А. Мазаракі, М. І. Пересічний, М. Ф. Кравченко та ін.] ; за ред. д-ра техн. наук, проф. М. І. Пересічного. – [2-ге вид., переробл. та доп.]. – КНТЕУ, 2012. – 1116 с.

119. Арсеньєва Л. Ю. Методологічні підходи до розроблення нових видів хлібобулочних виробів зі збалансованим хімічним складом / Л. Ю. Арсеньєва, Я. Ф. Доценко, О. О. Момот // Харч. пром-сть. – 2005. – № 4. – С. 5–8.

120. Арсеньєва Л. Ю. Збагачення йодом хлібобулочних виробів / Л. Ю. Арсеньєва, Л. О. Герасименко, В. І. Дробот // Управління і первинна медико-санітарна допомога : міжнар. наук.-техн. конф. : матеріали. – Ужгород, 2003. – С. 7.

121. Йодування хліба – один зі способів вирішення проблеми йоддефіциту / Л. Ю. Арсеньєва, В. І. Дробот, Л. О. Герасименко, В. Ф. Доценко // Гігієнічна наука та практика на рубежі століть : матер. XIV з'їзду гігієністів України. – Дніпропетровськ, 2004. – С. 350–353.

122. Дейниченко Г. В. Исследование влияния йодсодержащей добавки эламина на физические свойства теста для мучных формованных изделий / Г. В. Дейниченко, Т. А. Колесниченко, Л. В. Сердюк // Вісник Харківського державного технічного університету сільського господарства. – 2003. – Вип. – С. 40–44.

123. Дейниченко Г. В. Основні напрямки використання борошняних формованих виробів з йодвміщуючими добавками в технологіях продукції / Г. В. Дейниченко, Т. О. Колісниченко // Обладнання та технології харчових виробництв : темат. зб. наук. пр. – Донецьк : ДонДУЕТ, 2005. – Вип. – С. 138–143.

124. Рудавська Г. Б. Безпечність нових пастильних виробів оздоровчого спрямування / Г. Б. Рудавська, Н. П. Шаповалова //

Обладнання та технології харчових виробництв – ДонНУЕТ. – 2011. – № 27. – С. 29–35.

125. Рудавська Г. Б. Мінеральний склад нових пастильних виробів оздоровчого спрямування / Г. Б. Рудавська, Н. П. Шаповалова // Товарознавчий вісник – ЛНТУ. – 2012. – С. 347–352.

126. New products for school food of the iodine deficiency biogeochemical provinces / Г. Б. Рудавська, Н. П. Шаповалова, М. В. Рудавська, О. В. Жукевич 18th IGWT Symposium Technology and Innovation for a Sustainable Future: a Commodity Science Perspective Rome, Italy – 2012. – С. 487–499.

127. Липатов Н. Н. Совершенствование методики проектирования биологической ценности пищевых продуктов / Н. Н. Липатов, А. Б. Лисицын, С. Б. Юдина // Мясная индустрия. – 2000. – № 1. – С. 14–15.

128. Дорохович В. В. Розробка раціональних технологій діабетичних борошняних кондитерських виробів на основі фруктози : дис. ... канд. техн. наук : спец. 05.18.16 / В. В. Дорохович. – К., 2000. – 215 с.

129. Цыганова Т. Обогащение хлебобулочных изделий / Т. Цыганова, М. Костюченко, Л. Шатнюк // Хлебопродукты. – 2008. – № 3. – С. 32–33.

130. Завьялова А. Н. Недостаток микронутриентов в питании детского населения и пути коррекции / А. Н. Завьялова, Е. М. Булатова, В. Б. Спиричев // Клиническое питание. – 2006. – № 3. – С. 18–20.

131. Ruth A. Roth Recommended Dietary Allowances / Ruth A. Roth, Karen L. Dolk. – [10 th ed.]. – Washington : National Academy Press, 2009. – 580 p.

132. Муравьева Т. И. Эссенциальные микроэлементы и их роль в сохранении здоровья, предупреждении и коррекции заболеваний / Т. И. Муравьева // Новая аптека. – Хабаровск : ДВГМУ, 2001. – С. 138–143.

133. Гонський Я. І. Біохімія людини / Я. І. Гонський, Т. П. Максимчук. – Тернопіль : Укрмедкнига, 2001. – 711 с.

134. Guiry M. D. Laminaria angustata Kjellman / M. D. Guiry, W. Guiry // Encyclopedia of Life. – 2006. – P. 26–29.

135. Fertah M. Extraction and characterization of sodium alginate from Moroccan Laminaria digitata brown seaweed / M. Fertah, A. Belfkira, E. Dahmane // Arabian Journal of Chemistry. – 2014. – № 21 – P. 100–110.

136. Колісніченко Т. О. Технологія борошняних формованих виробів функціонального призначення з йодвміщуючими добавками : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.18.16 / Т. О. Колісніченко. – Х., 2004. – 18 с.

137. Головка Т. М. Формування якості паштетів з використанням напівфабрикату кісткового харчового та еламіну : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.18.15 «Товарознавство» / Т. М. Головка. – Х., 2010. – 19 с.

138. Montoro P. Determination of six steviol glycosides of *Stevia rebaudiana* (Bertoni) from different geographical origin by LC-ESI-MS/MS / P. Montoro, I. Molfetta, M. Maldini // Food Chemistry. – 2013. – Vol. 141. – Is. 2. P. 745–753.

139. Назаров В. П. Натуральная радиозащитная пищевая добавка из морской капусты – источник макро- и микроэлементов, витаминов и биологически активных веществ / В. П. Назаров, Н. П. Полотай // Актуальные проблемы санаторно-курортной диетотерапии. – Запорожье, 1997. – С. 19–23.

140. Подкорытова А. В. Водоросли и морские травы морей России: состояние и перспективы / А. В. Подкорытова // Рыбная промышленность. – 2004. – № 3. – С. 40–43.

141. Озерова В. Стевия. Медовая трава против диабета / В. Озерова // Кладовые природы. – СПб. : Весь, 2005. – 96 с.

142. Лисюк Г. М. Технологія борошняних кондитерських і хлібо-булочних виробів / Г. М. Лисюк // Кондитерське виробництво. – 2009. – № 2. – С. 9–13.

143. Richard David. *Stevia rebaudiana: Nature's Sweet Secret* / David Richard. – USA, 2000. – 190 p.

144. Чижакова О. Г. Разработка хлебобулочных изделий с применением стевии / О. Г. Чижакова, А. К. Чайка, Т. К. Каленик // Пищевая промышленность. – М., 2009. – № 4. – С. 79–85.

ДОДАТКИ

Додаток А

**Фотографії структури зефірної маси при додаванні
еламіну та пюре з ягід**

1. Зображення контрольного зразка мікроструктури зефірної маси після диспергування та через 20, 40 хвилин відстоювання



0 хв



20 хв



40 хв

2. Зображення зразка мікроструктури зефірної маси з еламіном після диспергування та через 20, 40 хвилин відстоювання



0 хв

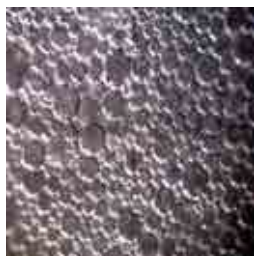


20 хв



40 хв

3. Зображення зразка мікроструктури зефірної маси з еламіном та пюре журавлини після диспергування та через 20, 40 хвилин відстоювання



0 хв



20 хв



40 хв

4. Зображення зразка мікроструктури зефирної маси з еламіном та пюре ягід «вітамінного комплексу» (малини, чорної смородини, агрусу) після диспергування та через 20, 40 хвилин відстоювання



0 хв



20 хв



40 хв

Додаток Б

Шкала оцінювання органолептичних показників зефіру в балах

Показник	Коеф ваг.	Шкала оцінювання в балах				
		5	4	3	2	1
Смак та запах	0,3	Властивий даному продукту кислувато-солодкий без стороннього присмаку та запаху	Властивий даному продукту кислувато-солодкий з легким присмаком еламіну	Кислувато-солодкий зі смаком еламіну, з легким присмаком водорості	Кислий зі смаком еламіну, з легким присмаком водорості	Кислий з різким присмаком еламіну та запахом водорості
Колір	0,2	Білий рівномірний, властивий даному продукту	Білий із не значними зеленуватими включеннями	Білий із зеленуватими включеннями	Білий із зеленими крупинками, не рівномірний	Зелений, не рівномірний
Консистенція	0,2	М'яка, легко піддається розлому	М'яка, легко піддається розлому, трохи тягуча	М'яка, затяжиста, піддається розлому	М'яка, затяжиста, погано піддається розлому	М'яка, тягуча, не піддається розлому
Структура	0,2	Рівномірна, мілко-дисперсна	Рівномірна з легким включенням еламіну	Рівномірна з включеннями еламіну	Нерівномірна з включеннями еламіну	Нерівномірна з часточками еламіну
Поверхня	0,1	Без затвердіння на бокових гранях та виділення сиропу	Без грубих затвердіння на бокових гранях та виділення сиропу	З твердими боковими гранями, сухою основою	З твердими боковими гранями, вологою основою	Тверда поверхня з мокрою основою
Загалом	1	5	4	3	2	1

Акт дегустації зефіру при варіюванні рецептурними компонентами з кондитерського приватного підприємства «ТРАНСТЕХМЕТ»



АКТ ДЕГУСТАЦІЇ ЗЕФІРУ при варіюванні рецептурними компонентів з кондитерського підприємства «ТРАНСТЕХМЕТ»

Дегустацію зефіру при варіюванні рецептурних компонентів (різний вміст йодозмісної добавки еламіну, агару, яблучного пюре) проведено в кондитерському цеху приватного підприємства «ТРАНСТЕХМЕТ» «29» січня 2010 року

Складено комісією у складі: директора приватного підприємства «ТРАНСТЕХМЕТ», І. В. Проценка, начальника науково дослідного відділу, З. П. Єрмакової, головного інженера-технолога, М. В. Василенка, та представниками ХДУХТ: к. т. н., професора кафедри товарознавства в митній справі Г. І. Цокаревої, аспіранта кафедри товарознавства в митній справі Я. О. Білецької.

Результати аналізу дегустаційних зразків представлені в таблиці

Таблиця 1 - Комплексний показник якості органолептичних характеристик зефіру при варіюванні рецептурними компонентами

Коефіцієнт вагомості	Шкала оцінювання в балах					Комплексний показник якості
	0,3	0,2	0,2	0,2	0,1	
Співвід-ня X:Y:Z	Смак та запах	Колір	Консистенція	Структура	Поверхня	
1:0:0	5	5	2	3	2	0,74
0:1:0	4	3	3	2	3	0,50
0:0:1	5	4	5	4	5	0,92
1/2:1/2:0	5	4	5	5	5	0,96
0:1/2:1/2	5	5	4	4	4	0,90
1/2:0:1/2	4	5	4	4	5	0,86

Продовження таблиці 1.

Примітки: X - кількість агару, Y - кількість сляміну, Z - кількість пюре;
 1 - max значення фактора варіювання;
 0 - min значення фактора варіювання;
 1/2 - середнє значення фактора варіювання.

Після проведення дегустації й обміну думками комісія **постановила:**

1. Схвалити рецептуру зефіру зразку із співвідношенням компонентів

$$\frac{1}{2} : \frac{1}{4} : 0$$

При даному співвідношенні компонентів досягасмо максимального (органолептичного) комплексного показника якості.

Члени дегустаційної комісії:

Директора приватного підприємства
«ТРАНСТЕХМЕТ»,

І. В. Проценко

Начальника науково дослідного відділу

З. П. Єрмакова

Головного інженера-технолога

М. В. Василенко

К. т. н., професора кафедри
товарознавства в митній справі

Г. І. Докарева

Аспіранта кафедри
товарознавства в митній справі

Я. О. Білецька

Додаток Е

Математична оптимізація рецептур з використанням еламіну та ягідних пюре

Додаток Е.1

Математична оптимізація зефіру «Морський бриз»

Прийняті значення для експериментальних досліджень:

y^1 – масова частка вологи, y^2 – щільність,

y^3 – загальна кислотність, y^4 – масова частка редукуючих речовин.

Значення для моделі досліджень:

x – агар, y – еламін, z – яблучне пюре

$x + y + z = 100 \%$

$$F := \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0.5 & 0.5 & 0 & 0.25 & 0 & 0 \\ 0 & 0.5 & 0.5 & 0 & 0 & 0.25 \\ 0.5 & 0 & 0.5 & 0 & 0.25 & 0 \end{pmatrix}$$

$$y1 := \begin{pmatrix} 16.8 \\ 22 \\ 15.8 \\ 16.2 \\ 15.9 \\ 15.5 \end{pmatrix} \quad y2 := \begin{pmatrix} 0.6 \\ 0.8 \\ 0.6 \\ 0.5 \\ 0.5 \\ 0.5 \end{pmatrix} \quad y3 := \begin{pmatrix} 0.7 \\ 0.7 \\ 0.9 \\ 0.8 \\ 0.8 \\ 0.8 \end{pmatrix} \quad y4 := \begin{pmatrix} 8 \\ 7.4 \\ 8.4 \\ 7.6 \\ 8.6 \\ 8.3 \end{pmatrix}$$

$$a1 := (F^T \cdot F)^{-1} \cdot F^T \cdot y1$$

$$a2 := (F^T \cdot F)^{-1} \cdot F^T \cdot y2$$

$$a3 := (F^T \cdot F)^{-1} \cdot F^T \cdot y3$$

$$a4 := (F^T \cdot F)^{-1} \cdot F^T \cdot y4$$

Оцінка якості органолептичних показників

$$F1 := \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0.5 & 0.5 & 0 & 0.25 & 0 & 0 \\ 0.5 & 0 & 0.5 & 0 & 0.25 & 0 \\ 0 & 0.5 & 0.5 & 0 & 0 & 0.25 \end{pmatrix}$$

$$Y1 := \begin{pmatrix} 100.85 \\ 85.4 \\ 85.5 \\ 89.05 \\ 90.5 \\ 85.45 \end{pmatrix} \quad B1 := (F1^T \cdot F1)^{-1} \cdot F1^T \cdot Y1 \quad B1 = \begin{pmatrix} 100.85 \\ 85.4 \\ 85.5 \\ -16.3 \\ -10.7 \\ 0 \end{pmatrix}$$

$$Z(x, y) := 100.85 \cdot x + 85.4 \cdot y + 85.5 \cdot (1 - x - y) - 16.3 \cdot x \cdot y - 10.7 \cdot x \cdot (1 - x - y)$$

Рівняння моделі для фізико-хімічних показників

Умовні значення для моделі: z^1 – масова частка вологи, z^2 – щільність, z^3 – загальна кислотність, z^4 – масова частка редукуючих речовин

$$Z1(x, y) := 16.8 \cdot x + 22 \cdot y + 15.8 \cdot (1 - x - y) - 12.8 \cdot x \cdot y - 3.2 \cdot x \cdot (1 - x - y) - 12 \cdot y \cdot (1 - x - y)$$

$$Z2(x, y) := 0.6 \cdot x + 0.8 \cdot y + 0.6 \cdot (1 - x - y) - 0.8 \cdot x \cdot y - 0.4 \cdot x \cdot (1 - x - y) - 0.8 \cdot y \cdot (1 - x - y)$$

$$Z3(x, y) := 0.7 \cdot x + 0.7 \cdot y + 0.9 \cdot (1 - x - y) + 0.8 \cdot x \cdot y + 0.0 \cdot x \cdot (1 - x - y) + 0.0 \cdot y \cdot (1 - x - y)$$

$$Z4(x, y) := [8 \cdot x + 7.4 \cdot y + 8.4 \cdot (1 - x - y)] - 0.4 \cdot x \cdot y + 0.4 \cdot x \cdot (1 - x - y) + 2.8 \cdot y \cdot (1 - x - y)$$

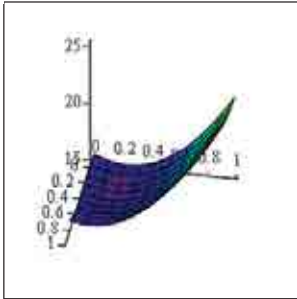
$$Q := \text{CreateMesh}(Z, 0, 1, 0, 1, 10)$$

$$Q1 := \text{CreateMesh}(Z1, 0, 1, 0, 1, 10)$$

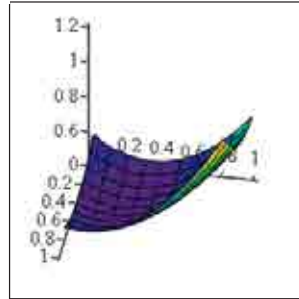
$$Q2 := \text{CreateMesh}(Z2, 0, 1, 0, 1, 10)$$

$$Q3 := \text{CreateMesh}(Z3, 0, 1, 0, 1, 10)$$

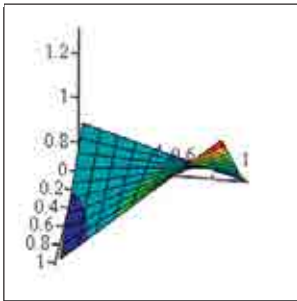
$$Q4 := \text{CreateMesh}(Z4, 0, 1, 0, 1, 10)$$



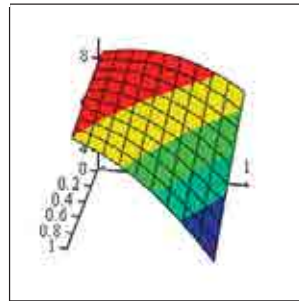
Q1



Q2



Q3



Q4

Оцінка органолептичного показника якості

$$F := \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0.5 & 0.5 & 0 & 0.25 & 0 & 0 \\ 0 & 0.5 & 0.5 & 0 & 0 & 0.25 \\ 0.5 & 0 & 0.5 & 0 & 0.25 & 0 \end{pmatrix}$$

$$y1 := \begin{pmatrix} 0.74 \\ 0.5 \\ 0.92 \\ 0.96 \\ 0.9 \\ 0.86 \end{pmatrix}$$

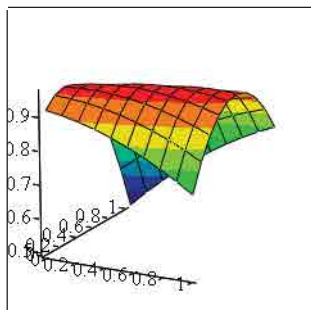
$$a1 := (F^T \cdot F)^{-1} \cdot F^T \cdot y1$$

$$a1 = \begin{pmatrix} 16.8 \\ 22 \\ 15.8 \\ -12.8 \\ -3.2 \\ -12 \end{pmatrix}$$

Рівняння показника якості

$$Q1(x, y) := 0.74 \cdot x + 0.5 \cdot y + 0.92 \cdot (1 - x - y) + 1.36 \cdot x \cdot y + 0.12 \cdot x \cdot (1 - x - y) + 0.76 \cdot y \cdot (1 - x - y)$$

$$Q := \text{CreateMesh}(Q1, 0, 1, 0, 1, 10)$$



Q

Цільова функція

$$Q1(x, y) := 0.74 \cdot x + 0.5 \cdot y + 0.92 \cdot (1 - x - y) + 1.36 \cdot x \cdot y + 0.12 \cdot x \cdot (1 - x - y) + 0.76 \cdot y \cdot (1 - x - y)$$

Початкові умови

$$x := 0.5 \quad y := 0.5$$

Границі

$$0 \leq x \leq 1 \quad 0 \leq y \leq 1$$

$$R := \text{Maximize}(Q1, x, y)$$

$$x := 0.54 \quad y := 0.39 \quad Q1(0.54, 0.39) = 0.971$$

Максимальне значення комплексного показника якості

$$R = \begin{pmatrix} 0.536 \\ 0.393 \end{pmatrix}$$

Перевірка раніше введених умов

Масова частка води:

$$Z1(x, y) = 17.614$$

Щільність:

$$Z2(x, y) = 0.523$$

Загальна кислотність:

$$Z3(x, y) = 0.642$$

Масова частка редуруючих речовин: $Z4(x, y) = 10.801$

Умови комплексного показника якості виконуються при отриманні оптимальних значень рецептурних компонентів.

Додаток Е.2

Математична оптимізація рецептури зефіру з еламіном та пюре ягід журавлини «Клюковка»

Прийняті значення для експериментальних досліджень:

y^1 – масова частка вологи, y^2 – щільність,

y^3 – загальна кислотність, y^4 – масова частка редукуючих речовин.

Значення для моделі досліджень:

x – агар, y – еламін, z – яблучне пюре з пюре журавлини у співвідношенні 1:1.

$x + y + z = 100 \%$

$$F := \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0.5 & 0.5 & 0 & 0.25 & 0 & 0 \\ 0 & 0.5 & 0.5 & 0 & 0 & 0.25 \\ 0.5 & 0 & 0.5 & 0 & 0.25 & 0 \end{pmatrix}$$

$$y1 := \begin{pmatrix} 15.0 \\ 17.1 \\ 17.5 \\ 16.2 \\ 16.9 \\ 15.5 \end{pmatrix} \quad y2 := \begin{pmatrix} 0.5 \\ 0.6 \\ 0.6 \\ 0.5 \\ 0.5 \\ 0.5 \end{pmatrix} \quad y3 := \begin{pmatrix} 0.7 \\ 0.7 \\ 0.9 \\ 0.7 \\ 0.8 \\ 0.8 \end{pmatrix} \quad y4 := \begin{pmatrix} 7.3 \\ 7.4 \\ 8.1 \\ 7.6 \\ 7.6 \\ 7.3 \end{pmatrix}$$

$$Q1(x, y, z) := c1 \cdot x + c2 \cdot y + c3 \cdot (1 - x - y) + c4 \cdot x \cdot y - c5 \cdot x \cdot (1 - x - y) - \\ - c6 \cdot y \cdot (1 - x - y)$$

$$a1 := (F^T \cdot F)^{-1} \cdot F^T \cdot y1 \quad a2 := (F^T \cdot F)^{-1} \cdot F^T \cdot y2$$

$$a3 := (F^T \cdot F)^{-1} \cdot F^T \cdot y3 \quad a4 := (F^T \cdot F)^{-1} \cdot F^T \cdot y4$$

Рівняння моделі для фізико-хімічних показників

Умовні значення для моделі: z^1 – масова частка води, z^2 – щільність, z^3 – загальна кислотність, z^4 – масова частка редуруючих речовин

$$z1(x,y) := 17.5 - 5.5 \cdot x + 2 \cdot y + 5.2 \cdot x \cdot y + 3 \cdot x^2 + 1.6 \cdot y^2$$

$$z2(x,y) := 0.6 - 0.3 \cdot x - 0.4 \cdot y + 0.4 \cdot x \cdot y + 0.2 \cdot x^2 + 0.4 \cdot y^2$$

$$z3(x,y) := 0.9 - 0.2 \cdot x - 0.2 \cdot y$$

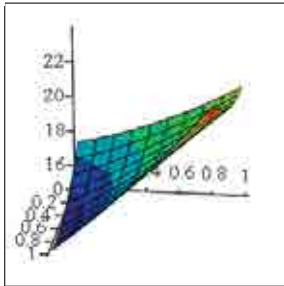
$$z4(x,y) := 8.1 - 2.4 \cdot x - 1.3 \cdot y + 3.3 \cdot x \cdot y + 1.6 \cdot x^2 + 0.6 \cdot y^2$$

$$Q1 := \text{CreateMesh}(z1, 0, 1, 0, 1, 10)$$

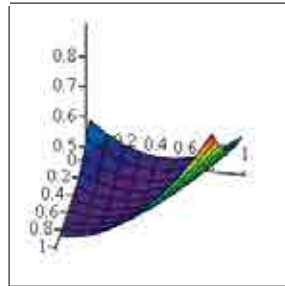
$$Q2 := \text{CreateMesh}(z2, 0, 1, 0, 1, 10)$$

$$Q3 := \text{CreateMesh}(z3, 0, 1, 0, 1, 10)$$

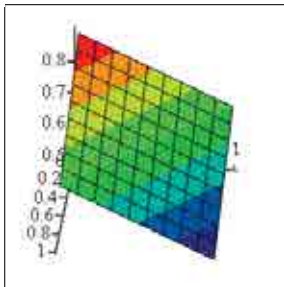
$$Q4 := \text{CreateMesh}(z4, 0, 1, 0, 1, 10)$$



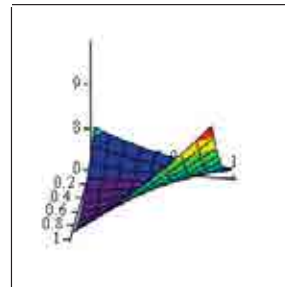
Q1



Q2



Q3



Q4

Оцінка якості органолептичних показників

$$F := \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0.5 & 0.5 & 0 & 0.25 & 0 & 0 \\ 0 & 0.5 & 0.5 & 0 & 0 & 0.25 \\ 0.5 & 0 & 0.5 & 0 & 0.25 & 0 \end{pmatrix}$$

$$y1 := \begin{pmatrix} 0.74 \\ 0.92 \\ 0.84 \\ 0.9 \\ 0.92 \\ 0.9 \end{pmatrix}$$

$$a1 := (F^T \cdot F)^{-1} \cdot F^T \cdot y1$$

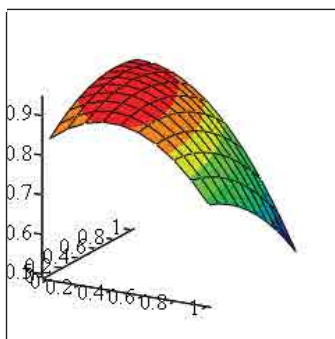
$$a1 = \begin{pmatrix} 15 \\ 17.1 \\ 17.5 \\ 0.6 \\ -3 \\ -1.6 \end{pmatrix}$$

$$0.74 \cdot x + 0.92 \cdot y + 0.84 \cdot (1 - x - y) + 0.28 \cdot x \cdot y + 0.44 \cdot x \cdot (1 - x - y) + 0.16 \cdot y \cdot (1 - x - y)$$

Рівняння комплексного показника якості

$$q1(x, y) := 0.84 + 0.34 \cdot x + 0.24 \cdot y - 0.32 \cdot x \cdot y - 0.44 \cdot x^2 - 0.16 \cdot y^2$$

$$Q := \text{CreateMesh}(q1, 0, 1, 0, 1, 10)$$



Q

Цільова функція

$$q1(x, y) := 0.84 + 0.34 \cdot x + 0.24 \cdot y - 0.32 \cdot x \cdot y - 0.44 \cdot x^2 - 0.16 \cdot y^2$$

Початкові умови

$$x := 0.5 \quad y := 0.5$$

Границі

$$0 \leq x \leq 1 \quad 0 \leq y \leq 1$$

$$R := \text{Maximize}(q1, x, y)$$

$$x := 0.07692 \quad y := 0.56731 \quad q1(1, 0) = 0.74$$

Максимальне значення комплексного показника якості

$$R = \begin{pmatrix} 0.17857 \\ 0.57143 \end{pmatrix} \quad q1(x, y) = 0.93425$$

Перевірка раніше введених умов

Масова частка вологи:

$$Z1(x, y) = 17.9711$$

Щільність:

$$Z2(x, y) = 0.5347$$

Загальна кислотність:

$$Z3(x, y) = 0.77115$$

Редукуючі речовини:

$$Z4(x, y) = 10.35244$$

Умови комплексного показника якості виконуються при отриманні оптимальних значень рецептурних компонентів.

Додаток Е.3

**Математична оптимізація зефіру
з еламіном та ягідними пюре малини,
чорної смородини, агрусу «Вітамінний»**

Прийняті значення для експериментальних досліджень:

y^1 – масова частка вологи, y^2 – щільність,

y^3 – загальна кислотність, y^4 – масова частка редукуючих речовин.

Значення для моделі досліджень:

x – агар, y – еламін, z – пюре яблучне з пюре ягодами «вітамінного комплексу» у співвідношенні 1:1.

$x + y + z = 100\%$

$$F := \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0.5 & 0.5 & 0 & 0.25 & 0 & 0 \\ 0 & 0.5 & 0.5 & 0 & 0 & 0.25 \\ 0.5 & 0 & 0.5 & 0 & 0.25 & 0 \end{pmatrix}$$

$$y1 := \begin{pmatrix} 14.5 \\ 17 \\ 16.8 \\ 16.2 \\ 16.9 \\ 15.5 \end{pmatrix} \quad y2 := \begin{pmatrix} 0.5 \\ 0.6 \\ 0.5 \\ 0.5 \\ 0.5 \\ 0.5 \end{pmatrix} \quad y3 := \begin{pmatrix} 0.7 \\ 0.7 \\ 0.9 \\ 0.7 \\ 0.8 \\ 0.8 \end{pmatrix} \quad y4 := \begin{pmatrix} 7.3 \\ 7.4 \\ 8.6 \\ 7.3 \\ 7.9 \\ 8.0 \end{pmatrix}$$

$$Q1(x, y, z) := c1 \cdot x + c2 \cdot y + c3 \cdot (1 - x - y) + c4 \cdot x \cdot y - c5 \cdot x \cdot (1 - x - y) - \\ - c6 \cdot y \cdot (1 - x - y)$$

$$a1 := (F^T \cdot F)^{-1} \cdot F^T \cdot y1$$

$$a2 := (F^T \cdot F)^{-1} \cdot F^T \cdot y2$$

$$a3 := (F^T \cdot F)^{-1} \cdot F^T \cdot y3$$

$$a4 := (F^T \cdot F)^{-1} \cdot F^T \cdot y4$$

Рівняння моделі для фізико-хімічних показників

Умовні значення для моделі: z^1 – масова частка вологи, z^2 – щільність, z^3 – загальна кислотність, z^4 – масова частка редукуючих речовин

$$z1(x, y) := -2.9 \cdot x + 0.2 \cdot y + 2.4 \cdot x \cdot y + 0.6 \cdot x^2 + 16.8$$

$$z2(x, y) := 0.5 - 0.1 \cdot y + 0.2 \cdot y^2$$

$$z3(x, y) := 0.9 - 0.2 \cdot x - 0.2 \cdot y$$

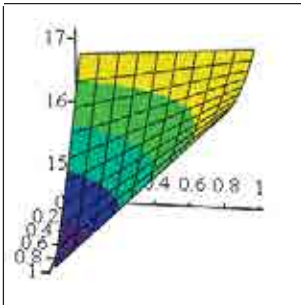
$$z4(x, y) := 8.6 - 1.1 \cdot x - 1.6 \cdot y - 0.2 \cdot x^2 + 0.4 \cdot y^2$$

$$Q1 := \text{CreateMesh}(z1, 0, 1, 0, 1, 10)$$

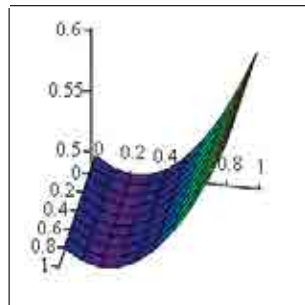
$$Q2 := \text{CreateMesh}(z2, 0, 1, 0, 1, 10)$$

$$Q3 := \text{CreateMesh}(z3, 0, 1, 0, 1, 10)$$

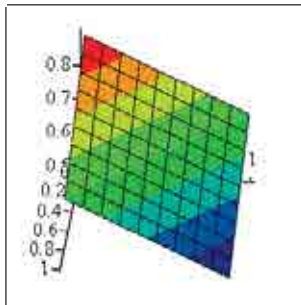
$$Q4 := \text{CreateMesh}(z4, 0, 1, 0, 1, 10)$$



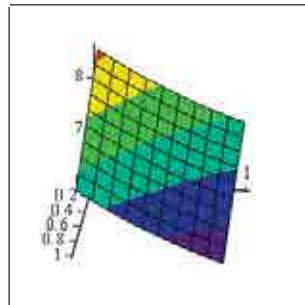
Q1



Q2



Q3



Q4

Оцінка органолептичного показника якості

$$F := \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0.5 & 0.5 & 0 & 0.25 & 0 & 0 \\ 0 & 0.5 & 0.5 & 0 & 0 & 0.25 \\ 0.5 & 0 & 0.5 & 0 & 0.25 & 0 \end{pmatrix}$$

$$y1 := \begin{pmatrix} 0.74 \\ 0.92 \\ 0.84 \\ 0.9 \\ 0.96 \\ 0.9 \end{pmatrix}$$

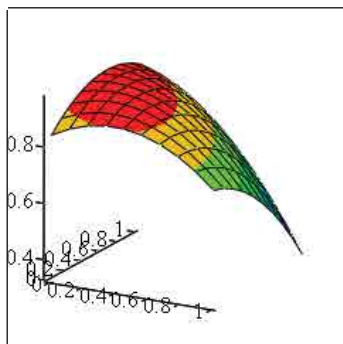
$$a1 := (F^T \cdot F)^{-1} \cdot F^T \cdot y1$$

$$0.74 \cdot x + 0.92 \cdot y + 0.84 \cdot (1 - x - y) + 0.28 \cdot x \cdot y + 0.44 \cdot x \cdot (1 - x - y) + 0.32 \cdot y \cdot (1 - x - y)$$

Рівняння показника якості

$$q1(x, y) := 0.84 + 0.34 \cdot x + 0.4 \cdot y - 0.48 \cdot x \cdot y - 0.44 \cdot x^2 - 0.32 \cdot y^2$$

$$Q := \text{CreateMesh}(q1, 0, 1, 0, 1, 10)$$



Q

Цільова функція

$$q1(x, y) := 0.84 + 0.34 \cdot x + 0.4 \cdot y - 0.48 \cdot x \cdot y - 0.44 \cdot x^2 - 0.32 \cdot y^2$$

Початкові умови

$$x := 0.5 \quad y := 0.5$$

Границі

$$0 \leq x \leq 1 \quad 0 \leq y \leq 1$$

$$R := \text{Maximize}(q1, x, y)$$

$$x := 0.07692 \quad y := 0.56731 \quad q1(1, 0) = 0.74$$

Максимальне значення комплексного показника якості

$$R = \begin{pmatrix} 0.07692 \\ 0.56731 \end{pmatrix} \quad q1(x, y) = 0.96654$$

Перевірка раніше введених умов

Масова частка вологи:

$$Z1(x, y) = 17.79867$$

Щільність:

$$Z2(x, y) = 0.5764$$

Загальна кислотність:

$$Z3(x, y) = 0.77115$$

Масова частка редукуючих речовин:

$$Z4(x, y) = 10.2234$$

Умови комплексного показника якості виконуються при отриманні оптимальних значень рецептурних компонентів.

Додаток К

Патент на корисну модель
«Спосіб виробництва зефіру»
№ 43644, від 25.08.2009 р.



Додаток Л

Патент на корисну модель
«Спосіб виробництва зефіру»
№ 49815, від 11.05.2010 р.



Додаток М

Технічні умови ТУ У 15.8.-01566330 – 250:2010
«Зефір з концентратом еламіну сухого»

ПОГОДЖЕНО

Висновок державної
санітарно-епідеміологічної
експертизи№ 05.03.02-06/102036« 21 » грудня 2010 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ

Ректор Харківського державного
університету харчування та торгівлі

О.І.Черевко

2010 р.

ЗЕФІР З КОНЦЕНТРАТОМ ЕЛАМІНУ СУХОГО

Технічні умови

ТУ У 15.8 – 01566330 – 250:2010

Вводяться вперше

Дата надання чинності 29 12 2010 р.Чинний до 29 12 2015 р.

РОЗРОБЛЕНО:

Канд. техн. наук, професор кафедри
товарознавства в митній справіГ. І. Дюкарева
« » 2010 р.аспірант кафедри товарознавства
в митній справіЯ. О. Білецька
« » 2010 р.

Додаток Т

Розробка пакувальної тари для нових видів зефіру

1. Зефір «Морський бриз»

2. Упаковка зефіру
«Морський бриз»

3. Зефір «Клюковка»



4. Упаковка зефіру «Клюковка»



5. Зефір «Вітамінний»



6. Упаковка зефіру «Вітамінний»

Акт впровадження розроблених видів зефіру у виробництво

ЧАСТНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ "ТРАНСТЕХМЕТ"

Украина, 61140, г. Харьков, пр-т. Гагарина 50
Р/с – 26005036205000 АО «УкрСиббанк», МФО – 351005
Код – 32947565, ИНН – 329475620386, Св-во НДС № 29896549
Тел./факс 8 (1038 057) 714-02-89

№ 16
от 21.09.2010г.



ПРИТВЕРДЖУЮ
Директор ПП «ТРАНСТЕХМЕТ»
І.В. Проценко
Від «21» 9 2010р.

Акт випуску промислово-дослідної партії

№ 26 від « 21 » вересня 2010р.

Найменування продукції: Зефір з концентратом еламіну сухого «Морський бриз».

Комісія у складі: директора приватного підприємства ПП «ТРАНСТЕХМЕТ» І. В. Проценка, начальника науково-дослідного відділу З. П. Срмакової, головного інженера-технолога ПП «ТРАНСТЕХМЕТ» М. В. Василенка, к.т.н. професора Г.І. Дюкаревої, аспіранта Я.О. Біленької.

Мета експерименту: відтворювання технологічної схеми виробництва зефіру з концентратом еламіну в умовах виробництва.

Вид продукції	Вихід продукції, %	Фасування у спо- живчу тару, кг	Дата виробництва
Зефір з концентратом еламіну, "Морський бриз"	100	100	20.09.2010

Дані отримані при відпрацюванні технологічного процесу виробництва:
фактичні витрати сировини, параметри технологічного процесу.

Відпрацьована партія зефіру з концентратом еламіну «Морський бриз» досліджувалась за органолептичними, фізико-хімічними показниками на початку та кінці строку придатності, з урахуванням встановленого коефіцієнту резерву (1-3 місяці).

Висновки. Відпрацьовано технологічні параметри виробництва зефіру з концентратом еламіну «Морський бриз» відпрацьовано рецептурний склад виробу.

Готовий виріб (зефір) за органолептичними, фізико-хімічними показниками відповідає вимогам нормативної документації.

Підписи:

Директор приватного підприємства
ПП «ТРАНСТЕХМЕТ»



І. В. Проценка

Начальника науково-дослідного відділу



З. П. Єрмакової

Головного інженера-технолога
ПП «ТРАНСТЕХМЕТ»



М. В. Василенка

К.т.н., професор



Г. І. Дьякова

Аспіранта



Я. О. Біленької

Додаток Ф

**Впровадження розроблених видів зефіру
в лікувальну установу,
Договір про творче співробітництво
з Комунальним Закладом
«Охтирська Центральна районна лікарня»**

**Договір
про творче співробітництво**

м. Охтирка, (Сумська обл.) м. Харків

№ 2-10« 15 » вересня 2010р.

СТОРОНА-1: КЗ «Охтирська ЦРЛ» в особі головного лікаря Дульського Юрія Григоровича, що діє на підставі Статуту.

СТОРОНА-2: Харківський державний університет харчування та торгівлі в особі ректора Черенко Олександра Івановича, що діє на підставі Статуту, надалі разом за текстом Даного Договору "СТОРОНИ" уклали **Даний Договір про наступне:**

1. ПРЕДМЕТ ДОГОВОРУ

Клінічні дослідження біологічної ефективності зефіру з концентратом еламіну сухого ТУ У 00382119-02-99, «Морський бриз», «Клюковка», «Вітамінний».

2. ВЗАЄМНІ ОБОВ'ЯЗКИ СТОРІН

Даним Договором СТОРОНИ зобов'язуються:

- обмінюватися наявною у їхньому розпорядженні інформацією з аспектів взаємної зацікавленості.

3. ОБОВ'ЯЗКИ СТОРОНИ - 1

СТОРОНА - 1 зобов'язується: з моменту підписання Даного Договору дозволити СТОРОНИ-2:

- на базі лікувальної установи проводити експеримент стосовно впровадження в раціон харчування пацієнтів, що постійно проживають на ендемічних щодо зобу територіях, зефіру з екстрактом еламіну сухого;
- дозволити проведення досліджень стосовно лікувально-профілактичної дії розроблених видів зефіру, «Морський бриз», «Клюковка», «Вітамінний», в якості збагачувача організму на йод;
- використовувати біологічні аналізи пацієнтів для визначення в ній йоду. За допомогою набору «Йодтест», реєстраційне свідоцтво МОЗ України N6683/2007 від 23 липня 2007 р.

4. ОБОВ'ЯЗКИ СТОРОНИ - 2

СТОРОНА - 2 зобов'язується:

- Надати й додати збіжні вироби: «Морський бриз», «Клюковска», «Вітамінний» протягом встановленого терміну;
- Надати повну інформацію пацієнтам стосовно впровадженої продукції, щодо вмісту йоду, та основних складових компонентів.

5. ТЕРМІНИ ДІЇ ДАНОГО ДОГОВОРУ

5.1 Термін дії договору з моменту підписання до «30» листопада 2010 року.

5.2 СТОРОНИ залишають за собою право на дострокове розірвання Даного Договору за мотивами, безперспективності та недовільності ведення співробітництва, а також у випадку неможливості здійснення своєї діяльності. У цьому випадку кожна із СТОРІН зобов'язана повідомити другу СТОРОНУ за 1 місяць. Взаємовідносини СТОРІН припиняються шляхом складання окремої угоди або акту про розірвання договору.

6. ЗМІНА УМОВ ДОГОВОРУ

6.1 Умови Даного Договору мають однакову зобов'язальну силу для СТОРІН і можуть бути змінені за взаємною згодою з обов'язковим складанням письмового документу.

7. ІНШІ УМОВИ

7.1 Даний Договір укладено у двох оригінальних примірниках, по одному для кожної із СТОРІН.

7.2 У випадках, не передбачених Даним Договором, СТОРОНИ керуються чинним законодавством.

Юридичні адреси і підписи сторін

СТОРОНА - 1: КЗ «Охтирська центральна районна лікарня, 42700, Сумська обл., м. Охтирка, вул. Фрунзе 57, тел. (0446) 34-83-16

СТОРОНА - 2: Харківський державний університет харчування та торгівлі, 61051, м. Харків, вул. Ключівська, 333, тел. (057) 336-89-79

СТОРОНИ



Додаток Ф. 1

ЗАТВЕРДЖУЮ
Ректор ХДУХТ
О.І.Червко
2010 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ
Головний лікар В.А.Сквирської ВРЛ
Юдифурська
центрально-лікарня
Від «22» 2010 р.

Акт впровадження в лікувально – оздоровчий
процес

№ 4 від «22» вересня 2010р.

Акт випуску науково-дослідної партії ІПІ «ТРАНСТЕХМЕТ»

Директор І.В. Прошенко

№ 16 від «21» вересня 2010р.

Найменування продукції: Зефір з концентратом еламіну сухого
«Морський бриз», «Клоковка», «Вітамінний»

Мета експерименту: клінічні дослідження біологічної ефективності
зефіру з концентратом еламіну в умовах лікувальної установи.

Умови проведення експерименту: Клінічні дослідження проводилися
у відділенні дитячої ендокринології ОРКЛ України на 30 дітей віком 7-15
років, що постійно проживають на ендемічних щодо зобу територіях
Сумської області. Діти були обстежені до та після вживання йодованого
зефіру. На 2-3 добу перебування в клініці у дітей було взято проби добової
сечі та аналіз крові для визначення в них йоду. Протягом 21 дня діти щодня

щодня вживали по 100г зефіру з концентратом еламіну. Через 21 день у дітей повторно визначали вміст йоду в сечі, та взято аналіз крові.

Визначення вмісту йоду в сечі проводили за допомогою набору «Йодтест». Ресстраційне свідоцтво МОЗ України N6683/2007 від 23 липня 2007 р. Аналіз крові здійснювали в лабораторії лікувальної установи

Заключення: У комплексному харчуванні пацієнтів, що постійно проживають на ендемічних щодо зобу територіях, після 21 діб щоденного вживання зефіру з еламіном було виявлено поліпшення роботи життєво важливих систем організму, зниження радіонуклідів цезію -137, підвищення гемоглобіну, імуноглобулінів IgA і IgM, тенденцію до підвищення T- і В-лімфоцитів відносно групи дітей, яка не отримувала еламін. За даними дослідженнями крові, не було виявлено будь-яких змін у кількості тромбоцитів та лейкоформули, а також побічної дії у вигляді алергічних реакцій та дисфункцій з боку шлунково-кишкового тракту.

За результатами дослідження вмісту йоду в сечі за допомогою приладу «Йодтест» виявлено 70...90% засвоєваності йоду.

Зефір технологічна схема якого передбачає використання сухого концентрату еламіну має терапевтичну дію на роботу різних життєво важливих систем організму, що підтверджується нормалізацією клінічної картини, імунологічного балансу, позитивною динамікою виведення радіонуклідів. Застосування зефіру з еламіном перспективне в лікуванні хворих, які постраждали внаслідок аварії на ЧАЕС та інших природних негативних чинників.

Рекомендовано:

- для поповнення нестачі йоду у хворих на ендемічний зоб;
- для поліпшення функціонального стану та структури щитоподібної залози;
- для профілактики й лікування йоддефіцитних станів

Медицинний висновок
КЗ «Охтирська ЦРЛ»
42700, м. Охтирка Сумської області
вул. Фрунзе 57, тел. (0446) 34-83-16

Клінічні дослідження проводилися на базі Охтирської центральної районної лікарні (м. Охтирка) предмет експерименту – йод вміщуючі збитні вироби (зефір), «Морський бриз», «Клюковка», «Вітамінний», технологічна схема яких передбачає використання концентрату еламіну.

У комплексному харчуванні пацієнтів, що постійно проживають на ендемічних, щодо зобу, територіях, після 21 доби щоденного вживання зефіру з еламіном було виявлено поліпшення роботи життєво важливих систем організму, зниження радіонуклідів цезію -137, підвищення гемоглобіну, імуноглобулінів IgA і IgM, тенденцію до підвищення Т- і В-лімфоцитів відносно групи дітей, яка не отримувала еламін. За даними дослідженнями крові, не було виявлено будь-яких змін у кількості тромбоцитів та лейкоформули, а також побічної дії у вигляді алергічних реакцій та дисфункцій з боку шлунково-кишкового тракту.

Висновок: Зефір, технологічна схема якого передбачає використання сухого концентрату еламіну, має терапевтичну дію на роботу різних життєво важливих систем організму, що підтверджується нормалізацією клінічної картини, імунологічного балансу, позитивною динамікою виведення радіонуклідів. Застосування зефіру з еламіном перспективне в лікуванні хворих, які постраждали внаслідок аварії на ЧАЕС та інших природних негативних чинників.

Рекомендовано:

- для поповнення нестачі йоду у хворих на ендемічний зоб;
- для поліпшення функціонального стану та структури щитовидної залози;
- для профілактики й лікування йод дефіцитних станів

Головний лікар



Ю. Г. Дульський

Таблиця 1.3

**Дослідження «тиреоїдного пакету»
при вживанні бісквіту з стевіозидом та еламіном**

№ з/п	Досліджувані показники	Результати дослідження, пацієнти														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
До початку споживання бісквіту "Здоров'я"																
1	Тиреотропний гормон, тиреотропін (ТТГ), мкМЕ/мл	0,22	0,12	0,26	0,23	0,20	0,23	1,24	2,27	2,21	4,0	1,24	2,86	3,2	3,6	2,2
2	Тироксин вільний (Т ₄ вільн.), нг/дл	0,90	0,93	0,94	0,83	1,12	0,97	1,73	1,24	1,27	1,50	1,41	1,19	1,34	1,04	1,07
3	Антитіла до пероксидази щитовидної залози (АТПО), МЕ/мл	22,88	18,57	20,57	16,80	19,83	20,67	22,16	19,90	21,34	17,86	16,49	21,87	18,97	25,00	18,90
* Примітка: Діапазон норми ТТГ, дорослі - (0,27...4,2); діти 7...12 років - (0,28...4,3). Діапазон норми (Т ₄ вільн.), дорослі (0,93...1,7); діти 7...12 років (1,1...1,7); 13...17 років (1,1...1,9). Діапазон норми (АТПО), до 34 МЕ/мл.																
* Примітка: Жирний курсив, пацієнти з цукровим діабетом II типу та йоддефіцитним станом																
Після споживання бісквіту "Здоров'я"																
Досліджувані показники																
1	Тиреотропний гормон, тиреотропін (ТТГ), мкМЕ/мл	1,24	0,39	1,30	1,26	0,96	1,02	1,36	3,00	2,95	4,1	1,29	3,00	3,7	3,9	2,7
2	Тироксин вільний (Т ₄ вільн.), нг/дл	1,25	1,04	1,20	0,93	1,19	1,28	1,73	1,48	1,45	1,59	1,49	1,30	1,41	1,12	1,20
3	Антитіла до пероксидази щитовидної залози (АТПО), МЕ/мл	23,00	19,3	22,12	18,00	19,90	19,00	21,94	21,04	21,67	18,82	17,43	21,00	18,00	25,92	19,56

Таблиця № 1.4

Дослідження вмісту гормонів, які беруть участь в регуляції вмісту цукру в крові при вживанні бісквіту з стевіозидом та еламіном

№ з/п	Гормон	Місце репродукції гормона в тілі людини	Пациєнти, чоловіки														
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Результати досліджень "до" споживання бісквіту "Здоров'я"																	
1	Інсулін, мкЕД/мл	Підшлункова залоза (бета-клітини)	7,1	7,3	8,1	7,4	6,3	7,4	12,5	12,9	14,7	12,6	11,5	10,7	2,7	3,2	2,9
2	Глюкагон, пг/мл	Підшлункова залоза (альфа-клітини)	128	156	123	110	146	125	67	73	78	84	53	81	240	267	294
3	Адреналін, (епініфрін), нмоль/л	Підширкові залози (мозкове тіло)	3,8	2,9	3,2	2,8	3,5	4,1	2,3	2,1	2,0	2,1	2,5	2,3	2,8	3,6	2,9
4	Кортизол, нмоль/л	Підширкові залози (кора)	672	720	695	684	718	704	145	198	240	540	194	230	635	640	679
* Примітка: Жирний курсив 1...6 - пацієнти з цукровим діабетом II типу та наявністю йоддефіциту; 13...15 - пацієнти з цукровим діабетом I типу.																	
* Примітка: Норми для здорової дорослої людини - глюкагон 20...100 пг/мл; адреналін 2,0...2,5 нмоль/л; кортизол -138...635 нмоль/л; Інсулін (натощак) - 8,0...12,5 мкЕД/мл (границі 3...28 мкЕД/мл)																	
Результати досліджень "після" споживання бісквіту "Здоров'я"																	
Інсулін	Підшлункова залоза (бета-клітини)	9,4	9,9	10,2	9,5	8,7	8,9	18	28	7	12	8	11	5,9	3,7	3,9	
Глюкагон	Підшлункова залоза (альфа-клітини)	100	111	98	100	116	105	59	71	74	80	61	79	160	162	138	
Адреналін	Підширкові залози (мозкове тіло)	3,0	2,9	3,0	2,2	3,0	2,5	2,0	2,1	2,2	2,2	2,4	2,0	2,8	2,6	2,5	
Кортизол	Підширкові залози (кора)	635	620	605	673	613	604	185	198	248	570	174	230	635	635	639	

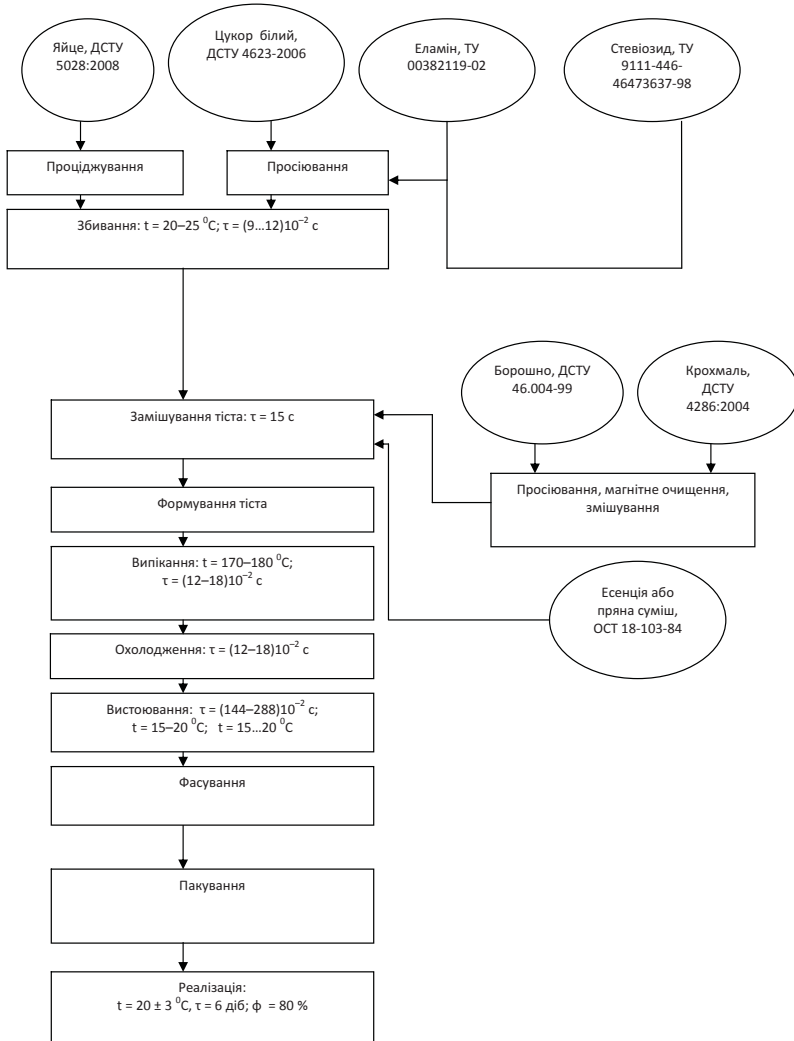
Додаток X

Дизайн запропонованої упаковки



Схеми виробництва бісквітів

Схема виробництва бісквіту «Здоров'я»



Додаток Ц 2

Схема виробництва бісквіту «Легкий»

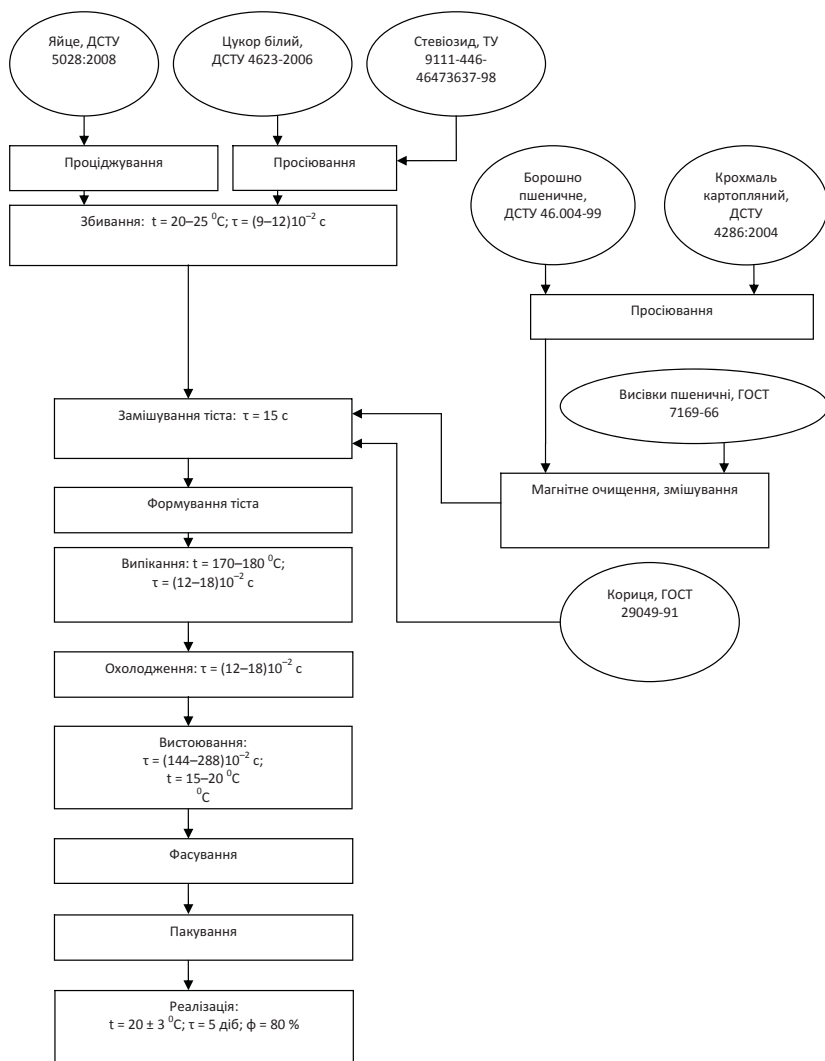


Схема виробництва бісквіту «Збагачений»

